

## DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

### ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

#### CONTENIDO

---

1	INTRODUCCIÓN	1.1
1.1	OBJETIVOS	1.1
1.1.1	Objetivo General	1.1
1.1.2	Objetivos Específicos	1.2
1.2	ALCANCE DEL ESTUDIO	1.2
1.3	METODOLOGIA DEL ESTUDIO	1.2
1.3.1	Recopilación y Análisis de Información Existente	1.2
1.3.2	Levantamiento Topográfico	1.3
1.3.3	Levantamiento Geológico	1.3
1.3.4	Estudio Geomorfológico	1.3
1.3.5	Hidrología y Clima	1.3
1.3.6	Inventario de Uso Actual del Suelo y Cobertura Vegetal	1.4
1.3.7	Inventario de Viviendas	1.4
1.3.8	Investigación del Subsuelo	1.4
1.3.9	Análisis y Modelamiento Geotécnico	1.4
1.3.10	Factor Antrópico	1.4
1.3.11	Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa	1.5
1.3.12	Evaluación y Análisis de Vulnerabilidad	1.5
1.3.13	Evaluación y Análisis de Riesgo por Remoción en Masa	1.5
2	GENERALIDADES	2.1

---

2.1	LOCALIZACION	2.1
2.2	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2.1
2.3	ANALISIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA	2.2
2.4	PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO	2.3
2.5	TERMINOLOGIA BASICA	2.5
3	ESTUDIOS BÁSICOS	3.1
3.1	TOPOGRAFIA	3.1
3.1.1	Trabajo de Campo	3.1
3.1.2	Resultados del Levantamiento Topográfico	3.2
3.2	GEOLOGIA	3.2
3.2.1	Metodología de Trabajo	3.2
3.2.2	Marco Geológico Regional	3.3
3.2.2.1	Litoestratigrafía	3.3
3.2.2.2	Geología Estructural	3.5
3.2.3	Geología Local	3.5
3.2.3.1	Litoestratigrafía	3.5
3.2.3.2	Geología Estructural	3.9
3.3	GEOMORFOLOGIA	3.10
3.3.1	Geomorfología Local	3.10
3.3.2	Inventario de procesos actuales de movimientos en masa	3.15
3.3.2.1	Procedimiento	3.15
3.3.2.2	Registro Histórico de Procesos	3.16
3.3.2.3	Inventario de Procesos Actuales	3.16
3.4	ANALISIS HIDROLÓGICO E HIDRAULICO	3.17
3.4.1	Procedimiento de realización del Estudio	3.18

---

3.4.2	Marco Hidrológico General	3.18
3.4.3	Caracterización Climática Regional	3.18
3.5	INVENTARIO DE USO ACTUAL DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL	3.22
3.5.1	Cobertura	3.22
3.5.2	Uso del Suelo	3.22
3.5.3	Sistema de Clasificación Utilizado	3.22
3.5.4	Descripción Generalizada del Uso del Suelo	3.24
3.5.5	Zonificación de cobertura y uso del suelo	3.25
3.6	FACTOR ANTROPICO	3.29
3.6.1	Determinación de Variables	3.29
4	CARACTERIZACION GEOTECNICA	4.1
4.1	EXPLORACION DEL SUBSUELO	4.1
4.2	ENSAYOS DE LABORATORIO	4.1
4.3	PRUEBAS DE CAMPO	4.2
4.4	CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO	4.3
4.4.1	Macizo Rocoso	4.3
4.4.1.1	Discontinuidades	4.3
4.4.1.2	Clasificación	4.4
4.4.2	Material Rocoso	4.4
4.4.3	Suelos	4.5
4.5	AGENTES DETONANTES	4.5
5	ANALISIS DE ESTABILIDAD Y EVALUACION DE AMENAZA ACTUAL	5.1
5.1	ZONIFICACION GEOTECNICA	5.1
5.2	ANALISIS DE ESTABILIDAD	5.3
5.2.1	Análisis Cinemático	5.3

---

5.2.2	Análisis Estático	5.4
5.3	EVALUACION DE AMENAZA ACTUAL	5.6
5.3.1	Variables Aleatorias	5.7
5.3.2	Análisis de Resultados y Zonificación	5.7
5.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	5.9
6	VULNERABILIDAD Y RIESGO ACTUAL	6.1
6.1	VULNERABILIDAD SOCIAL	6.1
6.2	VULNERABILIDAD FISICA	6.4
6.2.1	Exposición	6.4
6.2.2	Resistencia (IR)	6.5
6.2.3	Intensidad e Índice de Daño (IND e ID)	6.6
6.3	RIESGO ACTUAL	6.7
6.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6.8
7	PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTIVAS DEL RIESGO ACTUAL	7.1
7.1	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS Y SISTEMAS DE DECISIÓN BAJO INCERTIDUMBRE	7.1
7.2	EVALUACIÓN DE AMENAZA FUTURA	7.2
7.3	VULNERABILIDAD FUTURA	7.3
7.4	MODELO DE DECISIÓN DE RIESGO	7.3
7.5	PLAN DE ACCIÓN RECOMENDADO	7.4
7.6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y MANEJO GENERAL	7.5

## BIBLIOGRAFÍA

---

## DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

### ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.

#### LISTA DE FIGURAS

---

- 2.1 LOCALIZACION DEL AREA
- 3.1 CIERRE VERTICAL DE LA POLIGONAL
- 3.2 CIERRE HORIZONTAL DE LA POLIGONAL
- 3.3 INTERPRETACION FOTOGEOLOGICA REGIONAL
- 3.4 COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE1 - SECTOR BARRIO EL TRIANGULO
- 3.5 COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE2 - SECTOR CANTERA FLANCO NORTE
- 3.6 COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE3 - SECTOR CANTERA FLANCO SUR
- 3.7 COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE4 - SECTOR BARRIO CORINTO Y TRIANGULO ALTO
- 3.8 FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS
- 3.9 RESULTADOS DEL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS
- 3.10 PRECIPITACION MENSUAL MULTIANUAL – ESTACION VENADO DE ORO
- 3.11 CURVAS GENERALIZADAS IDF ESTACION VIVERO VENADO DE ORO
- 3.12 HIETOGRAMAS DE PRECIPITACION TOTAL
- 4.1 a 4.4 CALCULOS DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL SPT PARA EL MATERIAL ROCOSO DE ACUERDO CON LA UNIDAD GEOMORFOLOGICA CORRESPONDIENTE
- 4.5 a 4.8 ANALISIS ESTRUCTURAL – CONTEO GENERAL DE POLOS
- 4.9 a 4.11 ANALISIS DE FRECUENCIA – FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES
- 4.12 CURVA DE RECURRENCIA DE ACELERACIÓN SÍSMICAS PARA BOGOTA – CONFIABILIDAD 90%
- 5.1 a 5.28 ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD – SECCIONES DE MODELOS DE FALLA

- 
- 5.29            PROBABILIDAD DE FALLA ACTUAL EN FUNCION DEL FACTOR DE SEGURIDAD  
                  – FALLA PLANAR
  - 5.30            PROBABILIDAD DE FALLA ACTUAL EN FUNCION DEL FACTOR DE SEGURIDAD  
                  – FALLA ROTACIONAL
  - 5.31            PROBABILIDAD DE FALLA A 10 AÑOS EN FUNCION DEL FACTOR DE  
                  SEGURIDAD – FALLA PLANAR
  - 5.32            PROBABILIDAD DE FALLA A 10 AÑOS EN FUNCION DEL FACTOR DE  
                  SEGURIDAD – FALLA ROTACIONAL
  - 6.1A y 6.1B    INGRESO MENSUAL POR FAMILIA
  - 6.2A a 6.2C    COBERTURA DE SERVICIOS
  - 6.3 A a 6.3B    CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS – ANÁLISIS DISCRETO
  - 6.4            ANALISIS DE FRECUENCIA – INDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA
  - 6.5            ANALISIS DE FRECUENCIA – INDICE DE RIESGO ACTUAL
  - 7.1            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO LADERA B1’ CONTENCIÓN MEDIANTE MURO  
                  EN GAVIONES
  - 7.2            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO LADERA B1’ CONTENCIÓN MEDIANTE MURO  
                  EN GAVIONES DETALLE
  - 7.3            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO LADERA C2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO A 1/3  
                  DEL NIVEL MÁXIMO
  - 7.4            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO LADERA C2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO  
                  COMPLETAMENTE
  - 7.5            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO ALTO LADERA J2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO  
                  A 1/3 DEL NIVEL MÁXIMO
  - 7.6            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO TRIÁNGULO ALTO LADERA J2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO  
                  COMPLETAMENTE
  - 7.7            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO CORINTO LADERA Q2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO A 1/3  
                  DEL NIVEL MÁXIMO
  - 7.8            ANÁLISIS DE ESTABILIDAD – BARRIO CORINTO LADERA Q2’ NIVEL FREÁTICO ABATIDO  
                  COMPLETAMENTE
  - 7.9            ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS – SECTOR I LADERA DE ANÁLISIS  
                  B-B1

- 
- 7.10 ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS – SECTOR I LADERA DE ANÁLISIS C-C2
  - 7.11 ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS – SECTOR II LADERA DE ANÁLISIS J-J2
  - 7.12 ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS – SECTOR III LADERA DE ANÁLISIS Q-Q2
  - 7.13 PREDISEÑOS CUNETAS TRAPEZOIDAL Y SUBDREN
  - 7.14 PREDISEÑOS TRINCHERA DRENANTE
  - 7.15 DETALLES MURO DE GAVIONES

---

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE**  
**ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN**  
**MASA EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO**  
**LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.**

**LISTA DE TABLAS**

---

- 2.1 PROGRAMA DE REUBICACIÓN DE FAMILIAS EN ZONAS DE ALTO RIESGO
- 3.1 INVENTARIO DE PROCESOS DE INESTABILIDAD
- 3.2 INVENTARIO DE PROCESOS – DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS
- 3.3 CARACTERISTICAS DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE VENADO DE ORO
- 3.4 LEYENDA Y CLASIFICACION DE USO Y COBERTURA DEL SUELO
- 4.1 INVESTIGACION DEL SUBSUELO – CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
- 4.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO
- 4.3 INVESTIGACION DEL SUBSUELO – CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
- 4.4 ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EFECTIVOS CALCULADOS A PARTIR DEL NSPT
- 4.5 CLASIFICACION DE MACIZOS ROCOSOS
- 4.6 PARAMETROS DE RESISTENCIA
- 5.1 CUADRO RESUMEN DE LAS SECCIONES DE ANÁLISIS EMPLEADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA
- 5.2 RESUMEN DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CINEMATICA PARA LOS TALUDES DOMINANTES EN ROCA
- 5.3 y 5.4 RESUMEN DE FACTORES DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES TALUDES
- 6.1 SOLICITACIONES A PARTIR DEL TIPO DE FENÓMENO Y LOCALIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS
- 6.2 CALCULO DE LAS DISTANCIAS DE VIAJE DE LAS MASAS POTENCIALMENTE INESTABLES



- 
- 6.3A DETERMINACION DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FISICA Y DE RIESGO –  
BARRIO TRIANGULO
  - 6.3B DETERMINACION DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FISICA Y DE RIESGO –  
BARRIO TRIANGULO ALTO
  - 6.3C DETERMINACION DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FISICA Y DE RIESGO –  
BARRIO CORINTO
  - 6.4A MATRIZ PARA LA DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE DAÑO
  - 6.4B DETERMINACIÓN DEL INDICE DE DAÑO
  - 7.1 RESULTADOS DE PROBABILIDAD DE FALLA CON LAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN
  - 7.2 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO

---

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE**

**ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR FENOMENOS DE REMOCIÓN EN  
MASA EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO  
LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.**

**LISTA DE PLANOS**

---

- 1 BASE TOPOGRAFICA
- 2 MAPA DE GEOLOGÍA REGIONAL
- 3 MAPA DE GEOLOGÍA LOCAL
- 4 MAPA GEOMORFOLOGICO
- 5 PROCESOS DE INESTABILIDAD
- 6 EXPLORACION DEL SUBSUELO
- 7 FACTOR ANTROPICO
- 8 INVENTARIO DE USO Y COBERTURA ACTUAL DEL SUELO
- 9 ZONAS HOMOGENEAS (CARACTERIZACION GEOTECNICA)
- 10 AMENAZA ACTUAL
- 11 AMENAZA PARA UN TIEMPO DE 10 AÑOS
- 12 CODIFICACION Y TIPOLOGIA DE VIVIENDAS
- 13 VULNERABILIDAD FISICA
- 14 INDICE DE RIESGO
- 15 ALTERNATIVAS DE MITIGACION

---

## LISTA DE ANEXOS

### **ANEXO 1 TOPOGRAFIA**

CERTIFICACIÓN DE PLACAS IGAC UTILIZADAS PARA EL AMARRE DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

CARTERA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE CAMPO

### **ANEXO 2 INVENTARIO DE VIVIENDAS**

### **ANEXO 3 INVENTARIO DE PROCESOS**

### **ANEXO 4 LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL**

### **ANEXO 5 GEOTECNIA**

#### **ANEXO 5 A – REGISTROS DE PERFORACION Y SECCIONES DE ANALISIS**

FIGURAS A-1 a A-18. REGISTROS DE EXPLORACION DEL SUBSUELO

FIGURA A-19. SECCIONES Y LADERAS DE ESTUDIO

FIGURAS A-20 a A-33. SECCIONES DE ANALISIS DE ESTABILIDAD – ZONAS HOMOGENEAS

#### **ANEXO 5 B - ANALISIS CINEMATICO – PARTE A MACIZO ROCOSO**

TABLAS A-1 a A-38. ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS - FALLA PLANAR, VOLTEO Y EN CUÑA.

#### **ANEXO 5 B - ANALISIS CINEMATICO – PARTE B LADERAS DE ANALISI**

TABLAS B-1 a B-25. ANALISIS CINEMATICO DE TALUDES EN MACIZOS ROCOSOS - FALLA PLANAR, VOLTEO Y EN CUÑA.

#### **ANEXO 5 C – ENSAYOS DE LABORATORIO**

## 1 INTRODUCCIÓN

En desarrollo del Contrato de Consultoría No. CCS-472/99, suscrito entre la DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS E HIDROGEOLOGÍA Y GEOTECNIA AMBIENTAL LTDA, cuyo objeto es el Estudio de Zonificación de Riesgos por Remoción en Masa en los barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto de la Localidad de San Cristóbal, se presenta en el siguiente documento el Informe técnico correspondiente a los barrios en mención.

Los barrios Triángulo, Triángulo Alto y Corinto, en su contexto urbano, ocupan parte de la superficie de una contrapendiente estructural, entallada en las estribaciones de los cerros surorientales del Distrito Capital, en la localidad de San Cristóbal. Las laderas presentan deslizamientos activos y potenciales; evidencias de procesos antiguos de remoción en masa y alto grado de erosión e intervención antrópica.

La parte urbano de los barrios se enmarca dentro de una estructura desordenada; el barrio El Triángulo no tiene un manzaneo definido, sus viviendas se han construido a lo largo de los costados de la vía de acceso y en Triángulo Alto y Corinto, existe un ordenamiento definido, siguiendo la pendiente de las laderas. En general, las viviendas son de tipo estructural con y sin pórtico en el Triángulo, prefabricadas, de recuperación y palafitos en los barrios Triángulo Alto y Corinto.

En el área de estudio se aprecian laderas residuales y coluviales de alta influencia antrópica con pendientes fuertemente inclinadas, modeladas por procesos de inestabilidad activos y potenciales, que han afectado algunas viviendas y por ende familias, la mayor parte de ellas inscritas en las campañas de reubicación de la DPAE. El número total de familias damnificadas a finales de 1999 asciende a ciento seis (106), distribuidas así: doce (12) en Corinto, setenta y cinco (75) en Manantial y diecinueve (19) en El Triángulo. En Corinto las doce familias están en proceso de reubicación, en Manantial se han reubicado setenta familias y cinco se encuentran en proceso de reubicación, mientras en El Triángulo las diecinueve familias han sido reubicadas.

Tal vez, la principal etapa transformadora, en las condiciones de estabilidad de las laderas se circunscribe a la última década, influenciada (probablemente) por el preponderante papel del hombre como agente detonante o contribuyente en la generación de los fenómenos de remoción en masa. Ha sido tal el proceso modificador que hoy día el número total de viviendas que pueden sufrir daño por acción (directa o indirecta) de los fenómenos de remoción en masa es de cerca de 100 unidades.

Con este estudio se pretende llevar a cabo una zonificación de riesgo por fenómenos de remoción en masa, con el fin de determinar si el riesgo existente es mitigable o no mitigable. En caso que el riesgo sea mitigable y mediante el uso del árbol de decisión, se determinará cual es la alternativa técnica y económicamente, en caso contrario se recurrirá a la reubicación de las viviendas afectadas.

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo General

El objetivo general del estudio es la zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa y definición de alternativas de mitigación del riesgo; la ejecución de este proyecto servirá de instrumento de soporte o decisión en la planificación integral del sector, bajo el marco de la prevención de desastres.

#### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Inventariar y cartografiar variables como: geología, geomorfología, uso del suelo, factor Antrópico e hidrología.
- Inventariar los procesos morfodinámicos del área de estudio y sus alrededores, con el fin de conocer los mecanismos de falla, los factores condicionantes y desencadenantes de ellos.
- Evaluar la condición actual de estabilidad. Este tópico involucra por una parte, la elaboración del modelo estratigráfico del área de estudio y por otra investigar los cambios en la probabilidad de falla en relación con los intervalos de dominio o de variación de los parámetros geotécnicos.
- Analizar la influencia de los parámetros anteriores en la estabilidad del terreno.
- Estudiar la condición de vulnerabilidad física del sector con respecto a los diferentes tipos de movimientos involucrados y al nivel de daño de los elementos expuestos.
- Determinar y evaluar diferentes alternativas de mitigación como obras de protección o control, para cada sitio crítico con el fin de formular recomendaciones sobre el uso del suelo para cada área de amenaza.

## **1.2 ALCANCE DEL ESTUDIO**

El propósito primordial del presente estudio es realizar la evaluación y zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa para los barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto con el fin de definir las alternativas específicas de mitigación de riesgo, que representen las mejores condiciones técnicas y económicas para cada caso. En la evaluación de amenaza no se realizara análisis sísmico, o sea los daños de estructuras de las viviendas por sismos.

Los análisis de estabilidad involucraron la realizaron perforaciones mecánicas y toma de muestras de suelo para análisis de laboratorio, con el fin de encontrar parámetros geotécnicos de las principales unidades de suelo presentes en el área de estudio; junto con el estudio geológico, geomorfológico, análisis geotécnico, procesos de inestabilidad presentes y actividad antrópica presente, se identifican zonas con características geotecnicas y de estabilidad similares con el fin de zonificar el área de estudio desde el punto de vista de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoción en masa.

Una limitación para lograr el objetivo del estudio es la necesidad de asumir características geotécnicas similares de acuerdo con los resultados de campo y laboratorio y condiciones de homogeneidad para los diferentes materiales presentes en el área de interés.

## **1.3 METODOLOGIA DEL ESTUDIO**

### **1.3.1 Recopilación y Análisis de Información Existente**

La recopilación y análisis de información existente en el IGAC, INGEOMINAS, DPAE, IDEAM, EAAB, DAPD, sobre cartografía, topografía, geología, geomorfología, fotografías aéreas, geotecnia, hidroclimatología, usos del suelo y sismología. La evaluación de la información se ha centrado en el modelamiento, estudio y diseño de estabilidad geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de taludes en el barrio Manantial, “estudio de diseños de estabilización geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para estabilización de taludes en el barrio Corinto”, realizados por INGEOCIM LTDA (1998), diseños de alcantarillado y aguas lluvias en los barrios Triángulo, Triángulo Alto, Manantial y Corinto de la EAAB. Los reportes de emergencias, estos ascienden a seis en los años de 1997 y 1998, en el barrio El Triángulo sobre una zona de alta pendiente se produjo la reactivación de un antiguo deslizamiento causado por deficiencia en el sistema provisional de alcantarillado sanitario; el 8 de diciembre de 1998, en el barrio Corinto se produjo un flujo de lodos de volumen considerable, causado por la ruptura de la red de acueducto sobre la parte alta y amenazando a varias viviendas localizadas sobre la parte derecha del movimiento de material.

### ***1.3.2 Levantamiento Topográfico***

Para propósitos de análisis, específicamente para la zonificación por riesgo y prediseño de las obras, se realizó un levantamiento topográfico detallado, escala 1:1.000, destacando los aspectos del relieve local que involucren las franjas críticas de estabilidad y las unidades residenciales más vulnerables ante potenciales desastres. El levantamiento topográfico fue amarrado a placas del IGAC, luego se realizó una poligonal de trabajo. El barrido altimétrico y planimétrico se realizó con una semiestación, mediante un procedimiento mixto, (toma de secciones transversales y generación de una nube de puntos).

La interpretación cartográfica se ejecutó con el empleo de un Software especializado programa SWIFT para el cálculo de coordenadas y elevaciones y bajo un modelo de interpretación dirigida. Esto significa definir y respetar las barreras físicas actuales y condicionar la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño de Software a su libre esquema de triangulación.

### ***1.3.3 Levantamiento Geológico***

Con base en información existente y el resultado de interpretación de fotografías aéreas de años anteriores, se establecen los niveles litológicos en términos de unidades de roca y suelo con su ubicación espacial, se identificaron los principales rasgos tectónicos, en especial fallas y pliegues, formas estructurales, dinámica de las corrientes, morfodinámica que muestra los diferentes tipos de erosión y procesos de remoción en masa, etc. En el trabajo de campo, se hizo énfasis en la determinación de la geología del cuaternario, pues gran parte de la cubierta actual está definida por suelo residual, depósitos coluviales y rellenos antrópicos. Se estudió geología estructural, espesores y grados de alteración de los materiales depositados, evidencias de actividad tectónica reciente y la potencialidad de movimientos en masa.

### ***1.3.4 Estudio Geomorfológico***

Se consideró la génesis de las diferentes unidades morfológicas y la evolución mediante la evaluación de información existente e interpretación de fotografías aéreas y trabajos de campo: Las unidades de Terreno o geomorfológicas, se identificaron con base en diferentes condiciones de pendiente del terreno, tipo de material, influencia estructural, dinámica de las corrientes del sector, y procesos morfodinámicos. Mediante la fotointerpretación y trabajos de campo se identificaron geformas relacionadas con distintos ambientes, las cuales fueron agrupadas en categorías, desde el punto de vista morfogenético y de acuerdo con la metodología de VERSTAPPEN (1975), VAN ZUIDEN (1985) y VAN WESTEN (1993).

### ***1.3.5 Hidrología y Clima.***

El clima se refiere al estado medio de los fenómenos meteorológicos durante un largo período de tiempo. El clima depende de factores como la temperatura, humedad, viento, precipitación. Se determinó la precipitación de corta duración que son los que generan los caudales máximos y la determinación de precipitación crítica-duración, que dispara los movimientos en masa utilizando el estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inestabilidad del terreno para varias localidades de Santa Fe de Bogotá, INGEOCIM – DPAE, 1998.

### ***1.3.6 Inventario de Uso Actual del Suelo y Cobertura Vegetal***

El uso actual del suelo se ve influenciado por las condiciones climatológicas y topográficas, a lo que se suma la intervención del hombre que en su afán de hacerlo productivo ha generado procesos de degradación por

disminución de la cobertura original, al punto de que en algunas zonas del área de interés los suelos han desaparecido por completo, por invasión en construcción de urbanizaciones, vías de acceso, etc.

El sistema de clasificación del CIAF, el cual establece criterios de jerarquización de clases correspondientes a categorías menores de manera que estas son congruentes con los distintos niveles de detalle de un levantamiento de uso y cobertura del suelo. La clasificación consta de cuatro niveles categóricos que van de lo general a lo detallado y los cuales son correspondientes con los cuatro niveles de detalle mas usados en distintos tipos de levantamientos, a saber: 1) Exploratorio, 2) Reconocimiento, 3) Semi-detallado y 4) Detallado. Estos niveles tienen en cuenta los siguientes criterios: el nivel exploratorio, los tipos de cobertura; el nivel de reconocimiento, la condición o cualidad de las clases del nivel 1; el nivel semidetallado, la dedicación, manejo o cualidad de las clases del nivel 2 y el nivel detallado, la función, identidad o cualidad de las clases del nivel 3.

### ***1.3.7 Inventario de Viviendas***

El inventario de viviendas para cada residencia, fue realizada mediante fichas de campo, que contienen información referente a localización, propietario, número de habitantes, estructura, servicios públicos de que dispone, condiciones del suelo de fundación, estabilidad del mismo, daños y causas de los mismos y recomendaciones.

### ***1.3.8 Investigación del Subsuelo***

La investigación del subsuelo se realizó teniendo en cuenta las características geológicas del sector. El programa de exploración se tomo con base en las siguientes actividades: en sitios de afloramientos de roca se levantaron columnas estratigráficas detalladas, identificación del tipo, espesor y condición local de la roca. La exploración directa fue desarrollada mediante perforaciones, que permiten definir los principales patrones geométricos de ellos (espesor, variación), la superficie de falla de cuerpos deslizados y el contacto suelo-roca. Adicionalmente, en los sitios de exploración directa se realizaron ensayos de campo, penetración estándar en suelos granulares y cohesivos de consistencia firme a muy firme, ensayos de resistencia al corte con veleta en suelos cohesivos blandos, y de penetrómetro de bolsillo en las paredes, base o techo de las muestras.

### ***1.3.9 Análisis y Modelamiento Geotécnico***

Con base en la investigación de campo, en los ensayos de laboratorio y principios básicos de la geología estructural se elaboro un modelo (aproximado) del subsuelo para la zona de estudio, que destaca la secuencia estratigráfica y la disposición estructural del área de interés.

### ***1.3.10 Factor Antrópico***

Se delimitaron las áreas donde sea evidente la acción antrópica como son vertimientos inadecuados de aguas lluvias, residuales y domesticas, rellenos y cortes antitécnicos, etc., y su incidencia en el desencadenamiento de fenómenos de inestabilidad.

### ***1.3.11 Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa***

Como resultado de la superposición de la evaluación de la susceptibilidad y de los eventos detonantes, del inventario de fenómenos de remoción en masa, de la determinación de la magnitud, estado de actividad y tendencia a la propagación de los actuales procesos de inestabilidad, se estiman los niveles de amenaza actuales y futuros del sector. Debido a la escala de trabajo del proyecto (1:1000) y al nivel de detalle que se

obtiene de la investigación geotécnica, se empleara un método cuantitativo (técnica determinística) para la evaluación de la Amenaza. Para ello se siguen los lineamientos de probabilidad de falla presentados por Hoek (1996) en el curso teórico-práctico “Decisiones Prácticas y Riesgos Aceptables en la Ingeniería de Rocas”

### ***1.3.12 Evaluación y Análisis de Vulnerabilidad***

La evaluación de la vulnerabilidad se realiza teniendo como soporte la encuesta elaborada en cada vivienda, ésta constituye la base fundamental para estudiar las dos componentes de la vulnerabilidad: la social y la física. Para la vulnerabilidad social se toman en cuenta el nivel de ingresos, los daños sufridos por las viviendas, las recomendaciones para medidas urgentes y los servicios públicos, con el fin de cualificar la conciencia de los pobladores ante los eventos amenazantes y su capacidad para reconstruirse. Aspectos como la edad y área de construcción, estructura de techo, cubierta, tipo de sistema estructural, calidad de la construcción y daños en la misma, son baluarte para estimar el índice de vulnerabilidad física.

### ***1.3.13 Evaluación y Análisis de Riesgo por Remoción en Masa***

Se realiza la zonificación de riesgo del área de estudio, entendida esta como el resultado de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad para determinar las consecuencias físicas y económicas asociadas al evento, teniendo en cuenta tanto la afectación directa como la potencial. Se definen tres categorías: alto, medio y bajo. El riesgo significa el numero esperado de perdidas de vidas humanas, personas afectadas, daños a propiedades u obstrucciones de la actividad económica producto de un fenómeno natural.

El modelo de decisión probabilístico, permite seleccionar entre múltiples alternativas de solución sin caer en un marco subjetivo, donde predomine el juicio del experto. Dichos modelos se basan en análisis comparativos entre el nivel de riesgo alcanzado por una medida de mitigación y el costo esperado en pesos para la misma.



## 2 GENERALIDADES

### 2.1 LOCALIZACIÓN

Los barrios Triángulo, Triángulo Alto y Corinto se localizan sobre las estribaciones de los cerros surorientales del Distrito Capital, en un sector de una contrapendiente estructural, en jurisdicción político-administrativa de la localidad de San Cristóbal.

Está delimitado geográficamente entre las coordenadas

N 95.800 - 97.000  
E 100.000 - 100.400,

y las expresiones del relieve se desarrollan desde los 2.680 msnm hasta los 2.950 msnm (**Figura 2.1**).

El barrio Triángulo, se enmarca entre la Carrera 15 Este y 15B Este y las Calles 15 Sur (Antigua vía a Villavicencio) y 16D Sur; el barrio Triángulo Alto, comprende la Carrera 14 Este y la Transversal 14 Este y la Calle 17 Sur y la Diagonal 19 Sur y el barrio Corinto, se enmarca entre la Carrera 15 Este y 16 Este y entre la Calles 29 Sur y la 30 Bis Sur. El cinturón de comunicación más importante para los pobladores es la antigua carretera a Villavicencio. De ella se desprende en sentido norte-sur la red vial que accede a los barrios, es una vía recebada, angosta (únicamente un vehículo), en mal estado de conservación.

### 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los barrios Triangulo, Triangulo Alto y Corinto ocupan un área de laderas residuales y coluviales con alta pendiente topográfica e intervención antrópica acentuada, los pobladores se concentran en viviendas de recuperación, palafitos, prefabricadas y estructurales con y sin pórtico; para la construcción de las viviendas se han desarrollado actividades de corte de la parte posterior y relleno en la parte frontal de los lotes, sin una adecuada reconformación de los taludes así formados, este proceso ayudado por el vertimiento de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto han originado pequeños deslizamientos en las franjas intervenidas.

Antiguas excavaciones para explotación de materiales rocosos han dado como resultado el destape de las rocas presentes y la conformación de taludes de pendiente fuerte a escarpada afectados por erosión diferencial y degradación de las arcillolitas, procesos incrementados por vertimiento de aguas sanitarias y lluvias.

En laderas de materiales residuales, coluviales y rellenos de material de excavación y escombros se han originado flujos de suelos y deslizamientos traslacionales y rotacionales activos e inactivos como consecuencia del vertimiento inadecuado de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto, de sobrepresiones o de excavaciones en la pata de los taludes.

La presencia de caída de bloques es frecuente en niveles de areniscas intensamente fracturadas, meteorizadas y de considerable abertura de las discontinuidades, en niveles arcillosos desprovistos de vegetación es frecuente la erosión diferencial y erosión en surcos.

Los procesos de inestabilidad activos e inactivos han afectado vías de acceso, obras de infraestructura (alcantarillados y acueductos comunales y líneas de transmisión eléctrica), viviendas y familias, muchas de las cuales están inscritas en programas de reubicación de la DPAAE (**Tabla 2.1**).

Los registros históricos, contenidos en el Centro de Documentación de la DPAAE, de las emergencias en la última década, muestran un total de seis visitas técnicas atendidas en los barrios (dos en el barrio Corinto y

**DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS**  
**PROGRAMA DE REUBICACION DE FAMILIAS EN ZONAS DE ALTO RIESGO**  
**TABLA 2.1**

<b>CONC. No.</b>	<b>BARRIO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>SI/E</b>	<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CC No.</b>	<b>DIRECCION</b>
586	CORINTO			QUEVEDO MANCERA JOSE JOAQUIN	11.405.709	CRA 15A ESTE No. 30-40 SUR
D586	CORINTO	F1	E	QUEMBA LUIS ALBERTO	19.412.421	CALLE 29 No. 15-43 ESTE SUR
D586	CORINTO	F2	E	GOMEZ LUIS ALEJANDRO	79.563.765	CALLE 29 No. 14-08 ESTE SUR
D586	CORINTO	F3	E	PEREZ CHAPARRO ISRAEL	411.995	CALLE 29 No. 15-35 ESTE SUR
D586	CORINTO	F4	E	PEDRAZA CARMEN	20.410.536	CALLE 29 SUR No. 15-29 ESTE
D586	CORINTO	F5	E	MORENO GARAY GEORGINA	41.368.116	CRA 15B ESTE No. 30-43 SUR
D586	CORINTO		E	TOVAR ERMINSO		CRA 15 ESTE No. 15-20 SUR
D586	CORINTO		E	GUERRA SARMIENTO ROSA HELENA	41.570.765	CALLE 29 SUR No. 15-09 ESTE
D586	CORINTO		E	MENDEZ BARBOSA ERNESTO		CRA 15 ESTE No. 15-24 SUR
D586	CORINTO		E	MARTINEZ JESUS HELI		CRA 29 ESTE No. 29-15 SUR
D586	CORINTO		E	DELGADO CESAR		CALLE 29 SUR No. 15-44 ESTE
D586	CORINTO	F6	E	SOLER MARIA CONCEPCION	41.699.289	CALLE 29 SUR No. 15-13 ESTE
CT 3136	TRIANGULO	F1	SI	CELIS DE ORDOÑEZ ANA TRINIDAD	41.306.580	CRA 12 ESTE No. 24-80 SUR
CT 3136	TRIANGULO	F2	SI	ROJAS ANGEL MARIA GALLO	23.865.987	CRA A ORIENTE No. 3-20 SUR
CT 3136	TRIANGULO	F3	SI	LOPEZ OLAYA ARQUIMEDES	19.201.777	CALLE 16A SUR No. 15A-24 ESTE
CT 3136	TRIANGULO	F4	SI	CASAS MARIA CELMIRA	23.490.152	CARRETERA S O No. 13-20 INT 4
CT 3136	TRIANGULO	F5	SI	VILLALOBOS LUIS ENRIQUE	7.302.490	CALLE 16D No. 15A-20 ESTE
CT 3136	TRIANGULO	F6	SI	RODRIGUEZ CARMEN CECILIA	41.726.868	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 66
CT 3136	TRIANGULO	F7	SI	CUFIÑO RUBEN	79.605.389	
CT 3136	TRIANGULO	F8	SI	BONILLA JOSE ANTONIO	79.116.757	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 128
CT 3136	TRIANGULO	F9	SI	CHISCO ANA ROSA	41.317.221	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 7
CT 3136	TRIANGULO	F10	SI	BENAVIDES OFELIA	52.059.044	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR
CT 3136	TRIANGULO	F11	SI	BENAVIDES PRISCILLA	51.896.064	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR
CT 3136	TRIANGULO	F12	SI	BENAVIDES MARIELA	52.059.044	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR
CT 3136	TRIANGULO	F13	SI	LEAL JORGE ADELMO	80.064.952	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 23
CT 3136	TRIANGULO	F14	SI	HERNANDEZ BLANCA LILIA	20.474.596	LOTE No. 15 Y 16
CT 3136	TRIANGULO	F15	SI	LEAL MARIA ESTHER	51.614.661	CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 70
CT 3136	TRIANGULO	F16	SI	HERNANDEZ BLANCA LILIA	20.474.596	MANZANA C LOTE 16
CT 3136	TRIANGULO	F17	SI	TORRES LUZ STELLA		CARRETERA ORIENTE No. 14-24 SUR INT 47
CT 3136	TRIANGULO	F18	SI	MESA ZAPATA CARLOS HUMBERTO	8.221.210	CRA 15A ESTE No. 15A-40 SUR
CT 3136	TRIANGULO		SI	ORDOÑEZ JOSE LIBARDO		CRA 12 ESTE No. 24-80 SUR INT 70

cuatro en El Triángulo), de las cuales dos corresponden a emergencias denominadas de alto riesgo por deslizamiento, una de ellas dio como resultado la reubicación de viviendas.

En el área de estudio se cartografiaron 25 procesos de remoción en masa, de los cuales 13 se localizan en el barrio Triángulo, 2 en Triángulo Alto y 10 en Corinto; que comprende flujos de suelos, deslizamientos traslacionales, caída de bloques y reptamiento.

### 2.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CONSULTADA

Pocos proyectos se han llevado a cabo para estudiar las condiciones generales del subsuelo en el área urbana de los barrios. En este sentido, es explicable que la evaluación de información se haya centrado en el análisis de los informes:

- Estudios y diseños de estabilidad Geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de taludes. Grupo 2 (localidad de Santa Fe) y grupo 4 (localidad de San Cristóbal y Usme); Informe de diagnóstico sitio Corinto, realizado por INGEOCIM LTDA, 1998;

Presenta una percepción del problema de fenómenos de remoción en masa asociados a cortes y rellenos ejecutados para la construcción de viviendas. El levantamiento topográfico aunque se realizó a escala detallada 1:500 no muestra aspectos de relieve importantes (pendientes altas y zonas deprimidas), con curvas de nivel cada 10 metros.

- Estudios y diseños de estabilidad Geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de taludes. Grupo 2 (localidad de Santa Fe) y grupo 4 (localidad de San Cristóbal y Usme); Informe de diagnóstico sitio Manantial, realizado por INGEOCIM LTDA, 1998;

El levantamiento topográfico del barrio no empalma con el límite establecido para los barrios vecinos (Triángulo Alto y Corinto). Aunque este informe no contempla dentro de sus objetivos la zonificación por amenaza, vulnerabilidad y riesgo, algunos elementos técnicos como. Geología de superficie, aspectos hidrológicos, geotecnia y el planteamiento de medidas correctivas fueron importantes como punto de partida o de apoyo para los diferentes temas estudiados en este proyecto.

- Diagnostico técnico No. 740. Medidas correctivas a realizar en la vía de acceso a los barrios Corinto, Manantial y El Triángulo – localidad de San Cristóbal, realizado por GEOINGENIERIA LTDA, 1999;

En este informe se muestran los diseños detallados para estabilizar un sitio específico de deslizamiento que afectó la vía de acceso al barrio Corinto.

- Estudio geológico y geotécnico de algunos sitios críticos en los barrios Gran Colombia, El Triángulo, Corinto y Ramajal, elaborado por IFCAYA LTDA (1988);

Este informe contiene el inventario de procesos de inestabilidad en el barrio Manantial causados por degradación de las rocas, saturación de las laderas, cortes y rellenos efectuados para la construcción de viviendas, lo cual ha dado origen a deslizamientos y flujos de tierra que han afectado varias viviendas hasta el colapso de algunas de ellas.

Los informes consultados muestran como característica común:

- La geología regional y local, se lleva a nivel de formación y no diferencia los diferentes tipos de depósitos cuaternarios presentes en el área.
- Los análisis de estabilidad es cualitativo y las medidas correctivas son el resultado de la percepción del problema por parte del consultor, concerniente a la reubicación total de las

viviendas afectadas, sin tener en cuenta otras alternativas de solución del problema (árboles de decisión).

- **Concepto Técnico No. 673**, de fecha 11 de Mayo de 1995, Calle 18 Sur No 15C-47 Este, barrio Triángulo Alto - Localidad San Cristóbal.  
Riesgo: alto por deslizamiento y erosión.

Zona de intensa erosión con presencia de cárcavas y deslizamientos, los postes se encuentran a punto de caerse colocando en riesgo las viviendas, zona sobre la ronda del río San Cristóbal, no hay manejo de aguas y la destrucción de la red vial.

- **Concepto Técnico No. 1471**, de fecha 8 de Abril de 1996, Carrera 15B Este Calle 29 Sur, barrio Corinto de la Localidad San Cristóbal.  
Riesgo: alto por deslizamiento

Barrio construido sobre la ladera de la montaña, deslizamientos de material en épocas de lluvias fuertes, no contiene redes de servicio publico, contaminación por basuras y malos olores, pendientes fuertes, vías de acceso en mal estado y deficientes.

- **Concepto Técnico No. 1472**, de fecha 8 de Abril de 1996, Carrera 15C Este Calle 29 Sur, barrio Manantial - Localidad San Cristóbal.  
Riesgo: alto por deslizamiento y contaminación ambiental.

Barrio construido sobre la ladera de la montaña, en mal estado con deslizamiento de material fino y afectación de aguas lluvias en época de invierno, no existe servicios públicos legalizados, contaminación ambiental por falla en la orientación de basuras y malos olores, vías de acceso en mal estado y deficientes.

- **Concepto Técnico No. 1473**, de fecha 8 de Abril de 1996, Carrera 15C Este Calle 31 Sur, barrio Triángulo Alto - Localidad San Cristóbal.  
Riesgo: alto por deslizamiento y contaminación ambiental.

Se produjo un deslizamiento de material a causa de las aguas lluvias, ausencia de servicios públicos, contaminación ambiental a causa de basuras y malos olores, vías de acceso deficientes.

Recomendaciones. Construir sistema de drenaje y alcantarillado para mitigar el riesgo, filtros para orientar las aguas y evitar la desestabilización de las vías, remover las basuras dispuestas en el área para evitar enfermedades por causa de la contaminación.

## 2.4 PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

En éste numeral se da cuenta, en forma condensada, de las actividades realizadas durante el estudio para la evaluación de los principales factores que influyen en el comportamiento y estabilidad de las laderas, y que son determinantes en la evaluación de riesgo.

El levantamiento topográfico se realizo a escala detallada 1:1.000, destacando los aspectos del relieve local mas importantes involucrando franjas críticas de estabilidad y las viviendas más vulnerables ante potenciales desastres, para el levantamiento topográfico se tomo como base las coordenadas y elevaciones de placas IGAC NPA63CD y NP87CD, se realizo una poligonal cerrada mediante la toma de detalles desde la parte baja (norte) del barrio El Triángulo por la vía circunvalar, por el oeste hasta la divisoria de aguas, por el este hasta la quebrada Triángulo y por el sur hasta la parte alta del barrio Corinto. La poligonal de trabajo tuvo

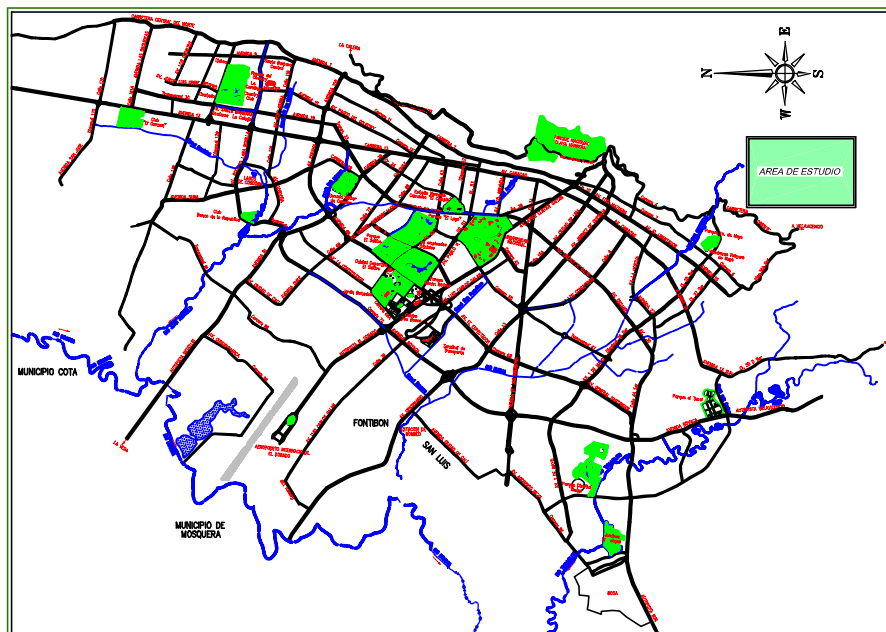
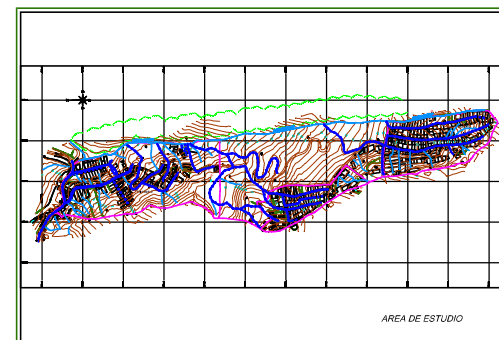
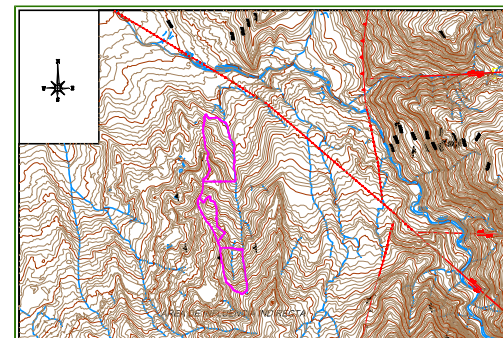


FIGURA ESQUEMATICA DE LOCALIZACION GENERAL  
CORINTO - TRIANGULO - TRIANGULO ALTO



#### CONVENCIONES

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| ● JARDINERIA       | ● PAVO DE JARDIN ENTORNO |
| ○ PAVO DE VIVIENDA | ○ PAVO VIVIENDA          |
| ○ PAVO DE ESTACION | ○ PAVO DE ESTACION       |
| ○ PAVO DE BARRIO   | ○ PAVO DE BARRIO         |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |
| ○ PAVO DE CARRERA  | ○ PAVO DE CARRERA        |



BOLÍVAR

GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



HIDROGEOLOGIA Y GEOTECNIA  
AMBIENTAL LTDA.

SOLUCIONES INTEGRADAS Y AMBIENTALES

CONTRATISTA:

**GEOURBANA LTDA.**

INTERVENTORIA:

**SIN ESCALA**

DISEÑO: H.G.A. LTDA. FECHA: FEB/2000

DIBUJO: H.G.A. LTDA. FECHA: FEB/2000

REVISÓ: H.G.A. LTDA. FECHA: FEB/2000

Vs. Bn. INTERVENTORIA FECHA: FEB/2000

APROBO: DPAA - FOPAE FECHA: FEB/2000

ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR  
REMOCION EN MASA EN LOS BARRIOS  
EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO  
DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL.  
  
Contrato No. CCS-472/99

LOCALIZACION GENERAL

FIGURA No. **2.1**

ARCHIVO: c:\TRABAJOS\16113\TRABAJOS\2.1.dwg

como vértices los puntos NPA63CD, C1, A, B, C, DN, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N y NPA63CD y se materializaron cuatro mojones en los deltas C1, A, J, K.

El barrido altimétrico y planimétrico se realizó bajo la aplicación de un procedimiento mixto, con la toma de secciones transversales y la generación de una nube de puntos, para la definición de la morfometría de los diferentes rasgos topográficos (cresta y pata de los procesos de inestabilidad, cambios de pendiente y grietas de tracción) y la toma de elementos urbanísticos como: manzanas, postes de alumbrado, pozos de inspección, vías y caminos peatonales. Las secciones transversales se destinaron a la toma del perfil topográfico del eje de movilización de los principales deslizamientos.

El estudio geológico se inicio con la fotointerpretación a escala 1:5.000 de las fotografías aéreas del sector tomadas el XI-06-90 (IGAC R1131) y reconocimiento de campo, donde se determinaron sitios de afloramientos de niveles de roca y presencia de unidades de suelo como suelos residuales, depósitos coluviales y tipos de relleno, a partir de los cuales se evaluaron aspectos estratigráficos, se levantaron columnas estratigráficas detalladas de diferentes sectores transversales a la estructura principal donde se presentaba la mayor exposición de roca, dando como resultado un mapa geológico local a escala 1:1.000. Para la geología regional se tomo como base el mapa geológico a escala 1:10.000 elaborado por INGEOCIM complementado con visitas de revisión en campo dando como resultado un mapa a escala 1:5.000.

El estudio geomorfológico toma como base el mapa topográfico detallado e incluye una fotointerpretación del área, aspectos geológicos y reconocimiento de campo, se definieron geoformas controladas por procesos de erosión y acumulación, mediante la delimitación de fenómenos de remoción en masa activos e inactivos (caída de rocas, deslizamiento, flujos de suelos), erosión diferencial y en surcos ayudados por el vertimiento inadecuado de aguas lluvias y sanitarias, dando como resultado un mapa a escala 1:1.000.

El inventario de cobertura y uso del suelo se define en este caso como el análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada, este levantamiento contiene información básica fundamental para estudios posteriores orientados hacia la planificación de uso del suelo como son construcciones, cultivos, parcelas, vegetación herbácea descubierta, bosques, montes, cuerpos de agua y tierras eriales. Para este estudio se tomo como base el sistema de clasificación CIAF, el cual establece criterios de jerarquización de clases correspondientes a categorías menores de manera que estas son congruentes con los distintos niveles de detalle de un levantamiento de uso y cobertura del suelo.

El estudio del factor antrópico se refiere al cambio de uso del suelo que en ocasiones cuando se hace de una forma adecuada es benéfico para la estabilidad de las laderas, en sentido contrario el uso del suelo se ve acompañado por un aumento en la vulnerabilidad de la comunidad y de la generación de procesos de inestabilidad, los cuales ponen en riesgo a la población y en muchos casos su ocurrencia termina en desastre. La intervención del hombre sobre el medio físico puede considerarse como agente contribuyente o detonante de procesos de inestabilidad del terreno: su acción se refleja en la deforestación, en cambios morfológicos, en intervención sobre los drenajes naturales y en sobrecargas.

Con el análisis del factor antrópico se pretende cuantificar los efectos sobre la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, por sobrecargas y descargas de las laderas y por infiltración de aguas de escorrentía.

El estudio Geotécnico pretende la caracterización de los materiales que conforman la zona de estudio, la zonificación estructural de las diferentes laderas y el análisis general de estabilidad de las diferentes familias de discontinuidades en taludes. La Evaluación de estabilidad contempló, entre otros aspectos: la determinación de las familias promedio de discontinuidades y sus características modales (espaciamiento, persistencia, relleno, etc), el análisis cinemático de los modos probables de falla de las laderas, la

implementación de la teoría del bloque crítico en la definición de las unidades de material rocoso inestables, y el análisis estático de los principales taludes de acuerdo con los modelos de falla observados y levantados en campo.

## 2.5 TERMINOLOGÍA BÁSICA

La terminología adoptada para el estudio se basa en las definiciones propuestas por Varnes (1984) y, citadas por Van Westen (1996), González (1990), Cortés (1990), Montero y Otros (1996). A continuación se describen los términos relevantes utilizados en el desarrollo del proyecto:

- **Susceptibilidad.** Algo que está potencialmente dispuesto a modificarse o a evolucionar ante eventuales circunstancias naturales o antrópicas.
- **Amenaza natural (H).** Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino, para un período específico de tiempo y para un área determinada.

Cabe destacar que la amenaza puede expresarse de manera cuantitativa, en términos de valores espaciales y temporales de probabilidad, o de manera cualitativa sin dar valores absolutos de amenaza. Para el presente estudio fue importante expresar la condición de amenaza de manera cuantitativa.

- **Vulnerabilidad (V).** Susceptibilidad de los elementos a sufrir daño por la magnitud de un fenómeno. Se puede descomponer en Exposición (E) y Resistencia (S), ( $V=E/S$ ).
- **Riesgo (R).** Significa el número esperado de pérdidas de vidas humanas, personas afectadas, daños a propiedades, u obstrucciones de la actividad económica producto de un fenómeno natural.

Aunque por definición el término deslizamiento representa un tipo de fenómeno de remoción en masa, que ocurre a lo largo de una superficie de rotura bien definida, en este trabajo se empleará en forma genérica para representar cualquier tipo de movimiento en masa. De igual manera, se usarán los términos movimiento en masa, falla de taludes, procesos de inestabilidad y deslizamientos como sinónimos.

### 3 ESTUDIOS BÁSICOS

Este capítulo encierra el desarrollo de algunos de los principales tópicos (elementos ó variables) de incidencia para la evaluación y zonificación de riesgo por fenómenos de remoción en masa, que son resultado del trabajo de campo, y se encuentran compilados bajo la denominación de Estudios Básicos. Las labores de campo permitieron entre otros: elaborar la cartografía geológica, geomorfológica y estructural local y establecer su incidencia en la estabilidad, estudiar los mecanismos de falla de los procesos de inestabilidad y conocer las características socio-económicas de los pobladores.

Las labores de campo involucraron el levantamiento topográfico, la inspección geológica, geomorfológica, la exploración del subsuelo, el inventario de viviendas, uso del suelo y fenómenos de remoción en masa, actividades que se describen en los siguientes numerales.

#### 3.1 TOPOGRAFÍA

##### 3.1.1 Trabajo de Campo

Teniendo en cuenta los continuos cambios morfométricos a que está expuesta el área de estudio, para efectos de zonificación, análisis y recomendaciones de obras correctivas se realizó un levantamiento topográfico detallado, escala 1:1.000 (**Plano 1 Mapa Base**), destacando los aspectos del relieve local que involucraban las franjas críticas de estabilidad y las unidades residenciales más vulnerables ante potenciales desastres.

El levantamiento topográfico se efectuó con la ayuda de una semiestación WILD T1, que tiene las siguientes características:

- Anteojo imagen real directa
- Aumentos 30X
- Abertura del objetivo 42 mm
- Diámetro del campo visual 27 m
- Distancia mínima de enfoque 1.7 m
- Constante de multiplicación 100
- Constante de adición 0

Sensibilidad de los niveles

- Nivel esférico 8' / 2 mm
- Nivel de alidada 30"/2 mm

El levantamiento topográfico fue amarrado a placas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi I GAC, en este sentido se tomaron como base las coordenadas y elevaciones del NPA 63 CD con coordenadas 100.016,62 Este, 97.302,549 Norte, 2.656,736 m s n m y como señal de azimut el punto NP 87 CD = 297° 40' 44", localizado al norte del barrio El Triángulo sobre el puente del río San Cristóbal a 100 metros del Instituto de Ciegos y la poligonal de trabajo tuvo como vértices los puntos NPA63CD, C1, A, B, C, DN, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N y NPA63CD iniciando la toma de detalles desde la parte baja (norte) del barrio El Triángulo por la vía circunvalar, por el oeste hasta la divisoria de aguas, por el este hasta la quebrada Triángulo y por el sur hasta la parte alta del barrio Corinto (**Figuras 3.1 y 3.2**); se materializaron cuatro mojones en los deltas C1, A, J y K; cuyas coordenadas son las siguientes:

C1	100.016;31 Este	96.894,11 Norte	2.715;55 m s n m
A	100.105,75 Este	96.782;38 Norte	2.742,94 m s n m
J	100.219,87 Este	96.018,75 Norte	2.899,94 m s n m



K      100.234,98 Este      95.941,69 Norte      2.909,84 m s n m

El barrido altimétrico y planimétrico se realizó bajo la aplicación de un procedimiento mixto, es decir tanto con la toma de secciones transversales como de la generación de una nube de puntos.

Este ultimo procedimiento se destino a la definición de la morfometría de los diferentes rasgos topográficos y a la toma de elementos urbanísticos. Así, entonces se levanto de forma minuciosa la cresta y pata de los procesos de inestabilidad, los principales cambios de pendiente, las grietas de tracción, las manzanas, los postes de alumbrado, pozos de inspección, vías y caminos peatonales. Las secciones transversales por su parte se destinaron a la toma del perfil topográfico del eje de movilización de los principales deslizamientos.

### 3.1.2 Resultados del Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico se obtuvo con una precisión de 1:24.449, con error de cierre de 9 cm en el Norte, 10 cm en el Este y 7 cm en la Vertical (**anexo 1, carteras topográficas**).

La interpretación cartográfica se ejecutó con el empleo de un Software especializado, se utilizo el programa SWIFT para el calculo de coordenadas y elevaciones; Este programa tiene correcciones por curvatura, refracción y paralelaje, utiliza un factor de corrección en el calculo de coordenadas teniendo en cuenta la posición del sitio con relación a los paralelos y bajo un modelo de interpretación dirigida. Esto significó definir y respetar las barreras físicas actuales y condicionar la interpretación a éstas, sin permitir el desempeño de Software a su libre esquema de triangulación. En este sentido jugaron un papel importante las secciones transversales y el contorno (en la cresta y pata) de los taludes, procesos de inestabilidad y frentes de explotación.

El proceso de interpretación desarrollado, puede entenderse como un modelo a escala de un SIG, puesto que primero se elaboraron diferentes capas de información y posteriormente se lleva a cabo la superposición e interpolación. Así, entonces, se definió el manzaneo completo, se seleccionaron los postes de alumbrado y los pozos de inspección, se delinearón las vías y, se delimitaron la cresta y pata de los escarpes rocosos y de explotación, cuerpos de los procesos de inestabilidad como: flujos de suelos y deslizamientos rotacionales y traslacionales. La interpretación se presenta en el **Plano 1**.

## 3.2 GEOLOGÍA

### 3.2.1 Metodología de Trabajo

El trabajo se realizó en primer lugar con una fotointerpretación preliminar y un posterior reconocimiento de campo, luego se efectuó un levantamiento topográfico del área de interés, y finalmente una reinterpretación y elaboración de mapas a escala 1:5.000 para reconocimiento regional y escala 1:1.000 para el área de investigación específica.

Para el levantamiento geológico detallado del área, se realizo inicialmente un reconocimiento de campo, se levantaron cuatro (4) columnas estratigráficas, se llevó un control estructural detallado (control de rumbos y ángulos de buzamiento de las capas presentes) y un análisis de estructuras encontradas dentro de los sitios de interés.

Las columnas estratigráficas se tomaron a lo largo del talud en los lugares donde se presentaba la mayor exposición de roca. Luego de ser correlacionadas se seleccionaron las más representativas y se elaboró la columna estratigráfica generalizada.

La fotointerpretación se realizó a escala 1:5.000 con fotografías aéreas del sector tomadas el XI-06-90 (IGAC R1131) para la interpretación regional y local antes de que el sector fuera intervenido antrópicamente, con el fin de observar bien las estructuras existentes en el área ya que fotos más recientes ocultan o dificultan la interpretación de las mismas (**Figura 3.3**).

Finalizadas las labores de campo y la fotointerpretación, se continuo con un trabajo de reinterpretación y elaboración del correspondiente informe.

### 3.2.2 Marco Geológico Regional

La zona de estudio hace parte de los cerros orientales de la sabana de Bogotá, los cuales están constituidos rocas del cretáceo superior y del terciario inferior y medio, afectadas por fallas y pliegues con dirección principal N-S y NE-SW, producidos principalmente por esfuerzos de tipo compresional.

Las rocas más antiguas en la zona de estudio corresponden a la Formación Guadalupe (a partir de sedimentos depositados a finales del cretáceo); le siguen la Formación Guaduas (finales del cretáceo - inicios del terciario) y la Formación Bogotá (inicios del terciario) (**Plano 2**). La secuencia litica se halla parcialmente cubierta por suelos residuales, transportados u orgánicos de diferente composición y textura, dependiendo de su génesis.

La zona se encuentra ubicada, desde el punto de vista tectónico, en el borde oriental levantado, limitado al W por la falla de cabalgamiento de Bogotá (Ingeominas 1993). Esta falla afecta las características geomecánicas de las rocas, las areniscas (Formación Guadalupe) de comportamiento frágil, se presentan fracturadas y las arcillolitas de comportamiento plástico, se encuentran cizalladas y replegadas (Formación Bogotá).

Morfológicamente, los cerros muestran topografías abruptas (relieves estructurales, en el sentido de Villota, 1991, en que los rasgos propios de la roca están presentes en la expresión topográfica) donde afloran las areniscas de la Formación Guadalupe, las rocas más resistente de la región. Paisajes más suaves se relacionan con la Formación Guaduas y Bogotá, en las que la litología predominantemente arcillosa muestra mas susceptibilidad a los procesos de erosión y remoción en masa (relieves estructurales - denudacionales).

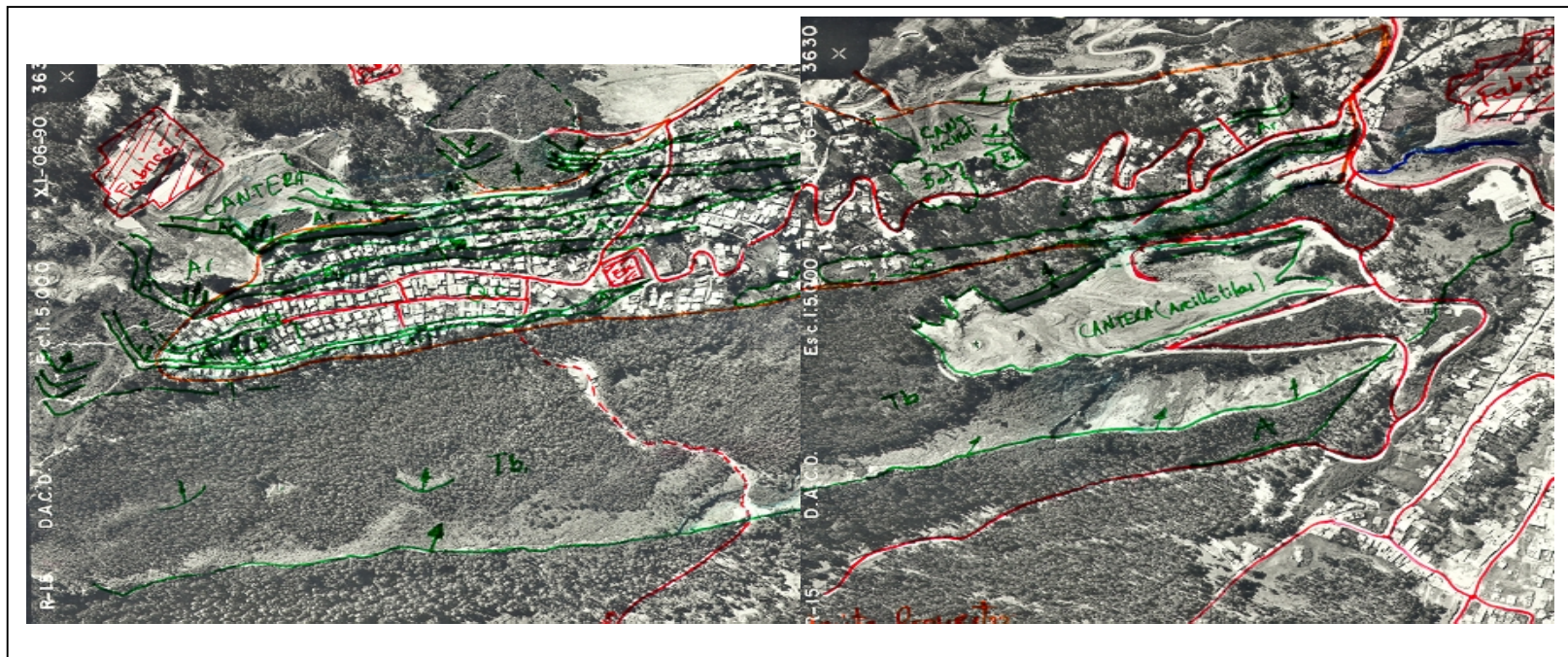
El piedemonte sabanero presenta morfologías planas-inclinadas a onduladas-inclinadas, correspondientes a suelos transportados por procesos gravitacionales, fluviales y posiblemente glaciares, así como a suelos residuales y orgánico-minerales provenientes de la transformación in situ de las rocas arcillosas, con aporte mineral de arcillas depositadas como cenizas provenientes de la actividad volcánica de la cordillera central, todo lo anterior transportada por actividad biogenica.

#### 3.2.2.1 Litoestratigrafía

La nomenclatura estratigráfica se determino por comparación y correlación con los mapas existentes en Ingeominas. Las referencias bibliográficas respecto a nombre, área, tipo, edad, y litofacies fueron extraídas del léxico estratigráfico internacional (Julivert, 1965 y Da Porta, 1973).

- **Formación Guadalupe (Ksg)**

Denominada por Hubach en 1957; su edad es del cretáceo tardío (Maestrichtiano); corresponde a areniscas de colores claros (frescas) a amarillos (alteradas) compuestas predominantemente por cuarzo, con intercalaciones de arcillolitas de colores grises y crema. El tamaño del grano varia de grueso (2mm) a muy fino (menor de 1 mm). Se disponen en bancos gruesos de mas de 2 m, con geometría externa plano-paralela y geometría interna de laminación ondulosa paralela e inclinada paralela.



**Figura 3.3.** INTERPRETACION FOTOGEOLOGICA REGIONAL BARRIOS TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO, LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

La Formación Guadalupe aflora en el sector sur oriental del área de estudio y conforma la parte alta de los cerros orientales de Bogotá (Plano 2).

- **Formación Guaduas (Ktgs).**

Denominada por Hubach en 1957, de edad Cretáceo terminal (Maestrichtiano) a inicios del Terciario (Eoceno); el conjunto inferior esta formado por lutitas generalmente de color gris, una intercalación de areniscas hacia la mitad superior. El conjunto medio queda delimitado por dos niveles principales de areniscas que se encuentran en la Formación Guaduas. La arenisca Guía en la base y la arenisca Lajosa, corresponde a una sucesión de areniscas ortocuarcíticas en bancos potentes de 1 a 3.5 metros de espesor. Suprayaciendo la arenisca se aprecia una sucesión de lutitas grises pero empiezan a manifestarse ya en algunas facies rojas. Julivert (1968).

La secuencia estratigráfica de la Formación Guaduas aflora en el sector oriental del área (Plano 2).

- **Formación Cacho (Tpc).**

El nombre de Formación Cacho, fue propuesto por Hubach en 1947, la edad es Terciario (Paleoceno). Esta compuesta por una secuencia de arenisca cuarzosa, de color blanco a amarillo, poco coherente, de grano grueso a conglomerático, sobre todo en las capas inferiores; Con frecuencia presenta estratificación cruzada, ferruginosa, con vetas limoníticas que la hacen en parte dura en extremo, mientras que otras se pueden desmenuzar con los dedos. Esta compuesta por granos subangulares de cuarzo y con un 5% mas o menos de arcilla ferruginosa como material cementante; espesor 90 metros aproximadamente.

La secuencia estratigráfica de la Formación Cacho aflora en la parte oriental del área (Plano 2).

- **Formación Bogotá (Tpb).**

El nombre de Formación Bogotá, fue propuesto por Hubach en 1947. se toma como base la arenisca de la Formación Cacho y como limite superior la base de la arenisca conglomerática de la Formación Regadera.

Características Físicas (litofacies) en el área de estudio: conjunto de arcillolitas de colores variados y contrastantes (abigarrados) predominantemente grises claras y violáceas, con intercalaciones de areniscas arcillosas hasta de 5 a 20 metros de espesor. Los granos de las areniscas son redondeados a subangulares, de color amarillo hasta pardo rojizo. Las arcillolitas están bien estratificadas en capas de 3 a 10 cm. Variando de color desde blanco, gris, y amarillo a rojo.

La secuencia estratigráfica de la Formación Bogotá, se encuentra aflorando en el área de interés y se prolonga hacia el sur occidente (Plano 2).

Edad: Terciario (Paleoceno hasta Eoceno inferior).

- **Cuaternarios**

- **Depósitos Coluviales (Qc).** En el área aparecen dispersos depósitos de ladera de origen coluvial. Conformados por bloques grandes y fragmentos angulares de arenitas embebidos en matriz limo arcillosos. Los bloques y fragmentos de roca provienen de las formaciones Guadalupe, Guaduas y Bogotá; estos depósitos configuran la superficie marginal del terreno y cubren localmente las diferentes unidades del subsuelo. Son materiales regularmente consolidados y con espesor que alcanza tres metros; en general presentan una alta resistencia a la erosión.

- **Depósitos Fluvio-Glaciales (Qfg).** Son una mezcla de materiales irregulares donde predominan los bloques angulares, inmersos en un matriz areno-limosa; entallan las márgenes del río San Cristóbal, llenando algunas depresiones de la paleotopografía.
- **Depósitos Aluviales (Qal).** Conformados por bloques y cantos subredondeados de arenitas embebidos en matriz areno-limosa, se localizan a lo largo de la río San Cristóbal (sector norte del área de estudio).

### **Depósitos Antrópicos.**

- **Depósitos de Escombros de Relleno (Rel).** Compuestos por desechos de canteras y materiales de construcción, mezclados con basuras, no dispuestos técnicamente. Cubren las laderas de los frentes de explotación de materiales y los costados de las principales vías de acceso.

### **3.2.2.2 Geología Estructural**

El sector se encuentra controlado por el Sinclinal de Usme, el cual tiene un rumbo aproximado Norte - Sur y conformado por rocas del Cretáceo Superior (Formación Guadalupe y Guaduas) y rocas del Terciario (Formación Bogotá, Regadera, Usme, y Marichuela).

Los sistemas de falla son de tipo Normal y de Rumbo (Plano 2). Este último grupo está relacionado con el eje del Sinclinal de Usme (afectando la Formación Usme) y las fallas Normales son perpendiculares al eje del pliegue. Entre las fallas más importantes cercanas al sector se encuentran la falla de San Cristóbal y la falla de Bogotá, que influyeron en la evolución tectónica del lugar (relacionadas con las últimas fases de la orogenia andina). La primera es una falla profunda o megacizalla, que penetra hasta el manto superior y que se manifiesta en superficie como un alineamiento de dirección noroeste – sureste (según Guillermo Ujueta, 1993), su prolongación hacia el sureste se manifiesta por una serie de rasgos topográficos y drenajes alineados; la prolongación de su traza hacia el noroeste parece limitar el borde sur de la depresión de Funza y de manera aproximada con él limite sur del relieve plano del valle de la sabana y la segunda es una falla de cabalgamiento de dirección nor-noreste y plano buzando al este, situada en la parte sur occidental del área; se extiende desde el río San Francisco hasta la cuchilla de Santa Barbara; esta falla pone en contacto areniscas del Grupo Guadalupe y arcillolitas de la Formación Guaduas sobre la parte media baja de los cerros al oriente de Bogotá.

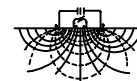
### **3.2.3 Geología Local**

#### **3.2.3.1 Litoestratigrafía.**

El área del proyecto está básicamente constituido por una alternancia de arcillolitas y areniscas de la parte inferior de la Formación Bogotá (Tpb), cubiertos por suelos limo-arcillosos con arena y materiales coluviales de escaso espesor. Para el estudio geológico detallado se levantaron cuatro columnas estratigráficas, ubicadas en los sitios de mejor exposición de las rocas aflorantes y que cubrieran la mayor parte del área de estudio; La columna estratigráfica CE1 fue levantada en la parte norte de la zona - barrio El Triángulo, con espesor aproximado de 88 metros (**Figura 3.4**), las columnas CE2 y CE3 se tomaron en la zona de cantera de tubos Moore, correspondientes a los sectores norte y sur respectivamente y con espesores aproximados de 34 y 69 metros (**Figuras 3.5 y 3.6**), y la columna CE4 cubre el sector del barrio Corinto hasta la carretera a oriente, con espesor aproximado de 150 metros (**Figura 3.7**). La secuencia tiene un espesor de 150 metros y esta conformada de base a techo por cinco unidades así:

EDAD	FORMACION	UNIDAD	NIVEL	ESPESOR (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
TERCIARIO	FORMACION BOGOTA (Tpb)	CS3	S7	86.9		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR AMARILLO RESISTENCIA BAJA, FRABLE INTERCALADAS CON DELGADAS CAPAS DE ARCILLOLITA.	
				84.6		ARCILLOLITA GRISACEA CON BANDAS MORADAS METEORIZADAS, FRABLES.	
				84.4		ARENISCA CUARZOSA ROJIZA CON TRAZAS AMARILLAS Y MORADAS.	
				83.4		ARCILLOLITA MORADA - ROJIZA, FRABLE, METEORIZADA.	
			80.8		ARENISCA CUARZOSA CON CONTENIDO DE MICAS, COLOR AMARILLENTO, GRANO FINO, FRABLE, METEORIZADA.		
			C7	70.9		ARCILLOLITA GRISACEA CON VETAS ROJIZAS A VIOLETAS, DE RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERADA Y RESISTENCIA MEDIA EN ROCA FRESCA, DUREZA 2.5.	
				S6	68.6		ARENISCA CUARZOSA DE COLOR ROJIZO CON TRAZAS VERDES MICACEA, DE GRANO FINO, RESISTENCIA BAJA, FRACTURADA, METEORIZADA.
					66.8		ARCILLOLITA GRISACEA CON TONOS AMARILLOS Y MORADOS, FRABLE, RESISTENCIA BAJA.
				S5	62.7		ARENISCA CUARZOSA, DELEZNABLE, MICACEA, METEORIZADA, DE COLOR AMARILLENTO A ROJIZO, FRACTURADA.
			62.6			ARCILLOLITA GRISACEA CON TONOS AMARILLOS Y MORADOS.	
			60.3			ARCILLOLITA GRISACEA, TONOS MORADOS Y AMARILLOS, METEORIZADA, FRABLE, DE RESISTENCIA BAJA.	
			57.8			ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR AMARILLENTO ROJIZO, FRACTURADA, METEORIZADA DE RESISTENCIA BAJA.	
			S4	55.3		ARCILLOLITAS GRISACEAS LAMINADAS, FRABLES, DE RESISTENCIA BAJA.	
				50.8		ARENISCA ARCILLOSA (MICACEA) DE GRANO FINO, COLOR AMARILLO CON TONOS CAFE Y MORADOS, INTERCALADAS CON DELGADAS CAPAS DE ARCILLOLITAS GRISAS, FRABLES, METEORIZADAS DE RESISTENCIA BAJA A MEDIA, DUREZA 2.5.	
		C6		44.8		ARCILLOLITAS GRISACEAS A NEGRIZZAS, LAMINADAS, FRABLES, METEORIZADAS, DE RESISTENCIA BAJA.	
				44.2		ARENISCA MICACEA DE COLOR GRIS, FRABLE.	
		C4	38.9		ARCILLOLITAS GRISACEAS OSCURAS CON TONOS AMARILLENOS, LAMINADAS, FRABLES DE RESISTENCIA BAJA, METEORIZADAS.		
			38.2		LUTITAS GRISACEAS OSCURAS DE RESISTENCIA BAJA.		
			S3	33.8		ARCILLOLITAS GRISACEAS A NEGRIZZAS, LAMINADAS, FRABLES, METEORIZADAS DE RESISTENCIA BAJA.	
				33.4		ARENISCA MICACEA DE COLOR GRIS OSCURO, FRABLE.	
		S3	30.8		ARCILLOLITAS GRISACEAS OSCURAS CON TONOS ROJIZOS A AMARILLENOS, LAMINADAS, FRABLES, DE RESISTENCIA BAJA.		
			27.3		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR AMARILLO A GRISAZO CON TONOS MORADOS, FRACTURADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 6.5.		
			26.1		ARENISCA MICACEA, COLOR AMARILLO, DELEZNABLE, GRANO FINO, METEORIZADA, FRACTURADA, RESISTENCIA BAJA.		
			24.5		ARCILLOLITAS GRISAS, CON TONOS MORADOS Y AMARILLOS, METEORIZADA, FRABLE, RESISTENCIA BAJA.		
		C3	23.8		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR GRIS.		
			11.6		ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONOS MORADOS, FRABLES, ALTAMENTE METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5.		
		S2	8.8		ARENISCA (ARCILLOSA) MICACEA DE GRANO FINO FRABLE, COLOR AMARILLENTO CON TONOS GRISOS, FRACTURADA, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA A MEDIA, DUREZA 6.5.		
		C2	0		ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONOS MORADOS Y AMARILLOS, FRABLE, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5.		

HGA139F2



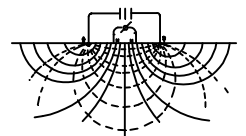
EDAD	FORMACION	UNIDAD	NIVEL	ESPESOR (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
TERCIARIO	FORMACION BOGOTA (Tpb)	SC2	C7	32.3		ARCILLOLITA AMARILLENTO, CON VETAS MORADAS, FRIABLE, METEORIZADA, RESISTENCIA BAJA.	
			S6			ARENISCA ARCILLOSA, CON ALTO CONTENIDO DE MICA GRANO FINO, COLOR AMARILLENTO, FRACTURADA Y METEORIZADA, DE RESISTENCIA ALTA, COMPACTA, DE DUREZA 6.5-7.	
			C6	28.1		ARCILLOLITA GRISACEA, CON TONOS MORADOS, FRIABLE, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA.	
			S5	25.1		ARENISCA VERDOSA, MICACEA, LAMINADA, CON TONALIDADES AMARILLAS Y CON INTERCALACIONES DELGADAS DE ARCILLOLITA GRISACEA.	
			CS1	C5	23.6		ARCILLOLITAS GRISAS OSCURAS, LAMINADAS, CON TONALIDADES AMARILLAS Y MORADAS.
					21.9		ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONALIDADES AMARILLAS Y MORADAS, FRIABLE, METEORIZADAS.
		20.1			ARENISCAS CUARZOSAS DE COLOR VERDOSO Y TONALIDADES AMARILLAS Y MORADAS, GRAVO FINO, METEORIZADA, FRIABLE, RESISTENCIA BAJA.		
		19.3			ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONALIDADES MORADAS Y AMARILLAS, FRIABLES, METEORIZADAS, DE RESISTENCIA BAJA; INTERCALADA CON ARENISCAS CUARZOSAS DE COLOR AMARILLENTO, FRIABLES, METEORIZADAS, EN CAPAS DE 0.3 A 0.5 Mts. DE ESPESOR.		
		S4		13.7		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR GRISACEO LAMINADA, ALTAMENTE FRACTURADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 7.	
		11.8			ARCILLOLITA LIMOSA NEGRA GRISACEA, FRIABLE METEORIZADA.		
		C4	11.2		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, GRISACEA CON TONOS AMARILLENOS A VERDES, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 7.		
			9.8		ARCILLOLITA GRISACEA FRIABLE Y ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, GRISACEO, FRACTURADA, RESISTENCIA BAJA.		
			8.9		ARCILLOLITA GRISACEA A NEGRUZCA, FRIABLE, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5.		
			4.7		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR GRISACEO, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 6.5.		
			3.7		ARCILLOLITA DE COLOR GRISACEO CON TONOS AMARILLENOS, ALTAMENTE METEORIZADA, FRIABLE.		
			0				

HGA139F3



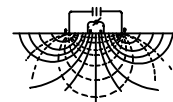
DIRECCION DE ATENCION Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS

Fig No. 3.5  
COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE2  
SECTOR CANTERA FLANCO NORTE  
ESCALA 1:200



EDAD	FORMACION	UNIDAD	NIVEL	ESPESOR (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION		
TERCIARIO	FORMACION BOGOTA (Tpb)	CS3	S7	67.2		ARENISCA CUARZOSA DE COLOR AMARILLENTO, GRANO FINO, RESISTENCIA ALTA.		
						ARCILLOLITA GRISACEA, CON TONOS AMARILLOS Y VINOTINTO, DE RESISTENCIA MEDIA A BAJA.		
			C7	62.2 61.7		ARENISCA CUARZOSA DE GRANO FINO, COLOR AMARILLENTO, CON BANDAS VINOTINTO Y ROJIZA, MICACEAS RESISTENCIA MEDIA A ALTA.		
						ARCILLOLITA GRISACEA, CON BANDAS AMARILLAS, DELEZNABLE, RESISTENCIA BAJA A MEDIA.		
			S6	56.7 56.2		ARENISCA MICACEA DE GRANO FINO, COLOR GRISACEO RESISTENCIA BAJA A MEDIA.		
						ARCILLOLITA GRISACEA, CON VETAS ROJIZAS A VINOTINTO, RESISTENCIA BAJA.		
			S6	52.3		INTERCALACIONES DE ARENISCA ARCILLOSA (MICACEA) DE GRANO FINO, FRIABLES CON ARCILLOLITAS GRISACEAS, DE RESISTENCIA BAJA A MEDIA EN SUPERFICIE.		
						ARENISCA ARCILLOSA Y ALTO CONTENIDO DE MICAS, COLOR AMARILLENTO Y TONALIDADES ROJIZAS (OXIDOS DE HIERRO), RESISTENCIA ALTA DUREZA 6 A 7 COMPACTA, EN ALGUNOS SECTORES PRESENTA ACURAMIENTO.		
			C6	47.3 44.3		ARCILLOLITA GRISACEAS, CON VETAS ROJIZAS, BLANDA, DUREZA <2, OXIDADAS ALTERADAS.		
						LUTITAS GRISES OSCURO, FRIABLES DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5.		
			S5	40.3 37.6		INTERCALACIONES DE ARENISCA ARCILLOSA (MICACEA) DE COLOR GRIS, CON TONOS AMARILLOS, VINOTINTO ROJIZOS, DE RESISTENCIA MEDIA A BLANDA, METEORIZADA, DUREZA 2.5 Y ARCILLOLITAS GRISACEAS, OXIDADAS, DE RESISTENCIA BAJA, ALTERADAS.		
						ARCILLOLITA GRISACEA OSCURA, CON TONOS VINOTINTO, ROJIZAS Y AMARILLENTAS, DELEZNABLE, RESISTENCIA BAJA.		
			S5	31.9 30.1		ARENISCA MICACEA, DE COLOR GRIS CON TONOS AMARILLOS Y VINOTINTO, RESISTENCIA MEDIA, FRIABLE.		
						ARENISCA MICACEA, DE COLOR GRIS CON TONOS AMARILLOS Y VINOTINTO, RESISTENCIA MEDIA, FRIABLE.		
		C5	26.50		ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONOS VINOTINTO Y ROJIZOS, BLANDA, OXIDADAS, METEORIZADAS Y FRIABLES.			
					ARENISCA ARCILLOSA (MICACEA) DE GRANO FINO, FRIABLE, RESISTENCIA MEDIA, COLOR GRISACEO CON BANDAS AMARILLAS A ROJIZAS.			
		C5	21.0 19.5		ARENISCA ARCILLOSA (MICACEA) DE GRANO FINO, FRIABLE, RESISTENCIA MEDIA, COLOR GRISACEO CON BANDAS AMARILLAS A ROJIZAS.			
					ARCILLOLITAS GRISACEAS CON TONOS MORADOS Y ROJIZOS, BLANDA, OXIDADAS, FRIABLE.			
		S4	10.7		ARENISCA MICACEA DE GRANO FINO, CON BANDAS AMARILLENTAS, RESISTENCIA MEDIA A ALTA, DUREZA 6, FRIABLE.			
		C4	8.9		ARENISCA MICACEA DE GRANO FINO, CON BANDAS AMARILLENTAS, RESISTENCIA MEDIA A ALTA, DUREZA 6, FRIABLE.			
					ARCILLOLITAS MICACEAS, FRIABLE DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2, COLOR GRISACEO, CON BANDAS AMARILLENTAS Y VINOTINTO.			
		S3	2.8		ARENISCA MICACEA DE GRANO FINO, FRIABLE, COLOR GRIS CON BANDAS AMARILLAS, DUREZA = 3 RESISTENCIA BAJA A MEDIA.			
					0			

HGA139F4





EDAD	FORMACION	UNIDAD	NIVEL	ESPESOR (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION
TERCIARIO	FORMACION BOGOTA (Tpb)		CS5	813		ARENISCA CUARZOSA CON ALTO CONTENIDO EN MICAS, DE GRANO FINO, COLOR GRIS CON FRACTURAS HORIZALES Y ALTERNADAS, CON OXIDOS, ESTRATIFICACION CRUZADA, DE RESISTENCIA MEDA, DUREZA 7.
				813		ARCILLOLITA LIMOSA, DE COLOR GRIS A VINOTINTO, ALTAMENTE METEORIZADA CON PRESENCIA DE OXIDOS, SE PRESENTA EROSION DIFERENCIAL, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5.
				812	5.0	ARENISCA ARCILLOSA (MICA), LAMINADA, DE GRANO FINO, COLOR VERDOSO A GRIS, LAMINADO Y FRACTURADO, OXIDOS, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 3.
				812	2.0	
				812	3.0	ARCILLOLITA LIMOSA DE COLOR ROSADO A GRIS, METEORIZADA, CON PRESENCIA DE OXIDOS, RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y ALTA EN ROCA FRESCA, DUREZA 3.0.
				811	2.0	ARENISCA ARCILLOSA (MICA), DE COLOR AMARILLENTO A VINOTINTO, DE GRANO FINO, METEORIZADA Y FRACTURADA, DE RESISTENCIA BAJA, LAMINADA.
				811	2.0	
				811	10.0	ARCILLOLITA LIMOSA, DE COLOR GRIS A VINOTINTO, METEORIZADA, DELEZABLE DE RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y RESISTENCIA ALTA EN ROCA FRESCA, CON DELGADAS INTERCALACIONES DE ARENISCA ARCILLOSA (MICA), LAMINADA, METEORIZADA.
				810	1.0	ARENISCA CUARZOSA CON ALTO CONTENIDO DE MICAS, GRANO FINO A MEDIO, COLOR GRIS A VERDOSO, LAMINADO.
				810	4.0	ARCILLOLITA LIMOSA DE COLOR GRIS A AMARILLO, METEORIZADA, LAMINADA, DELEZABLE, RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y RESISTENCIA MEDA EN ROCA FRESCA.
				80	3.0	ARENISCA ARCILLOSA (MICA), DE GRANO FINO, COLOR GRIS A AMARILLENTO, CON ESTRATIFICACION CRUZADA, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5, FRACTURADA.
				80	6.0	ARCILLOLITA LIMOSA DE COLOR GRIS A AMARILLENTO, METEORIZADA, LAMINADA, DELEZABLE, DE RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y RESISTENCIA MEDA EN ROCA FRESCA.
			80	8.0	ARENISCA ARCILLOSA (MICA), DE GRANO FINO, COLOR GRIS AMARILLENTO, CON ESTRATIFICACION CRUZADA, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 2.5, FRACTURADA.	
			80	11.0	ARCILLOLITA LIMOSA DE COLOR GRIS A AMARILLENTO, METEORIZADA, LAMINADA, DELEZABLE, DE RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y RESISTENCIA MEDA EN ROCA FRESCA.	
			87	5.0	ALTERNANCIA DE ARENISCA CUARZOSA Y ARCILLOSA DE COLOR GRIS A AMARILLENTO GRANO FINO A MEDIO, MIANA, DE RESISTENCIA MEDA CON ARCILLOLITAS GRISACEAS A ROSADAS (OXIDOS), FRACTURADAS, DE RESISTENCIA BAJA.	
			87	4.0	ARCILLOLITA LIMOSA, DE COLOR GRIS A AMARILLENTO Y VINOTINTO, METEORIZADA, DE RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y RESISTENCIA MEDA EN ROCA FRESCA.	
			86	4.0	ARENISCA ARCILLOSA, DE COLOR AMARILLENTO A GRISACEO, GRANO FINO, FRACTURADO Y METEORIZADO EN SUPERFICIE, CON PRESENCIA DE OXIDOS, ESTRATIFICACION CRUZADA, DE RESISTENCIA MEDA, DUREZA 3.	
			86	5.0	ARCILLOLITAS DE COLOR GRISACEO A VINOTINTO, LAMINADA, METEORIZADA DE RESISTENCIA BAJA, DUREZA 3.	
			86	8.0	ARENISCA ARCILLOSA, BARREADA, LAMINADA DE COLOR GRIS A AMARILLENTO FRASILE, DE GRANO FINO, FRACTURADA, CON INTERCALACIONES DE ARCILLOLITA LIMOSA, DE COLOR GRISACEO A AMARILLENTO, RESISTENCIA BAJA, DUREZA 3.	
			86	9.0		
			85	10.0	ARCILLOLITAS GRISACEAS A AMARILLENTO, METEORIZADAS Y FRACTURADAS, FRASILES, DUREZA 2.5, RESISTENCIA BAJA EN ROCA METEORIZADA Y RESISTENCIA ALTA EN ROCA FRESCA.	
			84	6.0	ARENISCA LIMOSA DE COLOR GRISACEO, A AMARILLENTO, VINOTINTO, DE DUREZA 3, LAMINADA, RESISTENCIA MEDA, METEORIZADA, FRASILE.	
			84	17.0	ARCILLOLITA GRISACEA O VINOTINTO, FRASILE, DE DUREZA 3, RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y MEDA A ALTA EN ROCA FRESCA, LA ROCA SE ENCUENTRA ALTAMENTE METEORIZADA, EL ESPESOR ES VARIABLE.	
			83	3.10	ARENISCA ARCILLOSA (MICA), DE COLOR GRISACEO A AMARILLENTO, METEORIZADA, LAMINADA, FRACTURA, FRASILE, DUREZA 2.5, RESISTENCIA BAJA.	
83	8.0	ARCILLOLITA LIMOSA DE COLOR GRISACEO A AMARILLENTO, VINOTINTO, DE DUREZA 3, RESISTENCIA MEDA METEORIZADA, FRASILE.				
82	4.0	ARENISCA ARCILLOSA (MICA) DE GRANO FINO, COLOR AMARILLENTO A VINOTINTO, LAMINADA, METEORIZADA, FRACTURADA Y FRASILE, DUREZA 2.5, DE RESISTENCIA BAJA.				
81	11.0	ARCILLOLITAS GRISACEAS A VINOTINTO, FRASILE, DUREZA 3, RESISTENCIA BAJA EN ROCA ALTERNADA Y MEDA EN ROCA FRESCA, METEORIZADA.				

HGA136973



Fig No. 3.7  
COLUMNA ESTRATIGRAFICA CE4  
SECTOR BARRIO CORINTO Y TRIANGULO ALTO  
ESCALA 1:200



- **Unidad CS1.** Con espesor de 62.80 metros; encierra los niveles C1 a C5, compuestas por arcillolitas grisáceas oscuras con tonos amarillentos y morados, laminadas, friables de resistencia baja y los niveles S1 a S4 conformadas por areniscas arcillosas, de color amarillento con tonos grises y morados, laminadas, de grano fino a medio, fracturada, friable. Los niveles de arcillolitas se presentan altamente meteorizadas, con dureza 2.5 a 3 y espesores variables de las capas a lo largo de la zona de estudio, se aprecian acuñaamiento de las capas en especial en sentido norte-sur, su mayor exposición se aprecia en el barrio Corinto, conformado por cuatro capas de arcillolitas que oscilan entre 8.2 y 17.5 metros de espesor y tres capas de areniscas arcillosas, color gris a amarillento, fracturadas, de dureza 3 y resistencia media, las capas oscilan entre 3.1 y 6.3 metros (**Fotografía 3.1** y **Figuras 3.4 a 3.7**).



**Fotografía 3.1.** Afloramiento de arcillolitas y areniscas Barrio El Triángulo, se aprecia intenso fracturamiento que ha originado deslizamientos y presencia de procesos de erosión diferencial en los niveles rocosos.

Se localiza en la parte oriental del área de estudio, conforma la margen izquierda de la Quebrada El Triángulo, se caracteriza por una zona de topografía ondulada y pendiente suave a moderadamente inclinada; su exposición es diversa y varía desde la parte oriental barrio El Triángulo sobre una topografía plana a moderadamente inclinada cubiertas por rellenos (material de construcción, de excavaciones y basuras), suelo residual y depósitos de origen coluvial; mientras en el Barrio Corinto constituye principalmente la parte urbana del barrio, desarrolla una topografía ondulada de pendiente suavemente inclinada, cubierta por rellenos mixtos, suelo residual y depósitos coluviales (**Plano 3**).

- **Unidad SC2.** Posee un espesor aproximado de 19.2 metros; esta integrada en mayor proporción por areniscas arcillosas bandeadas (niveles S5 y S6), laminadas, en el nivel inferior y estratificación cruzada en el superior, de grano fino, color grisáceo a amarillento, friable, altamente meteorizada, con presencia de óxidos, acuñaamientos locales de las capas, los niveles oscilan entre 4 y 9.3 metros; con arcillolitas abigarradas (C6), de color gris a vinotinto, meteorizada, de resistencia baja, dureza 3, en el sector norte barrio El Triángulo, el nivel presenta intercalaciones delgadas de arenisca cuarzosa de grano fino, color amarillento a rojizo, fracturada y meteorizada de resistencia baja, espesor promedio de 7.40 metros (**Fotografía 3.2** y **Figuras 3.4 a 3.7**).

Domina la parte alta de los barrios El Triángulo y Corinto (costado occidental del área urbanizada), en laderas irregulares de pendiente fuertemente inclinadas, en sectores se aprecian cubiertas parcialmente por rellenos principalmente de basuras, suelo residual y depósitos de origen coluvial (Plano 3).

- **Unidad CS3.** Con espesor aproximado de 21.8 metros, constituida por arcillolitas limosas de color gris a amarillento y vinotinto, (niveles C7 y C8), espesor de los niveles oscila entre 10 y 11.8 metros, fuertemente meteorizada, laminadas, de resistencia baja en roca alterada y media en roca fresca y delgados niveles de areniscas cuarzosas y arcillosas (nivel S7), bandeada de color gris a amarillento, grano fino a medio, masiva, de resistencia media, en este nivel se presentan delgados niveles de arcillolitas grisáceas a rojizas con presencia de óxidos, fracturadas de resistencia baja, el espesor aproximado es de 5.50 metros (Figuras 3.4 a 3.7).



**Fotografía 3.2.** Afloramiento de arcillolitas y areniscas antigua cantera de explotación de materiales de construcción de propiedad de Tubos Moore, se aprecian procesos de erosión diferencial.

Entallan la parte urbana del barrio Triángulo Alto, bajo una topografía ondulada de pendiente suave a moderadamente inclinada, en forma cóncava, se encuentran cubiertas por rellenos predominantemente conformados por basuras, suelo residual y depósitos coluviales (Plano 3).

- **Unidad SC4.** Con 21.5 metros de espesor, esta definida por la alternancia de areniscas arcillosas (niveles S8, S9 y S10), de grano fino, friable de color amarillento y grisáceos, fracturadas, meteorizadas, con presencia de estratificación cruzada, de resistencia media a baja, con espesor de los niveles arenosos va de 1.5 metros en el nivel superior y 5.40 metros el inferior; con arcillolitas limosas (niveles C9 y C10) de color grisácea a amarillenta, laminada, deleznable, altamente meteorizada, de resistencia baja en roca alterada y media en roca fresca, con espesor de 4.8 metros el nivel superior y 6.30 el inferior (Figura 3.7).

Yacen en el costado occidental (parte alta del barrio Triángulo Alto), de la zona, en laderas de topografía con pendiente moderada a fuertemente inclinada, suprayacidas por suelo residual (Plano 3).

- **Unidad CS5.** Con espesor de 27.7 metros. Caracterizada por los niveles C11 a C13 y S11 a S13, conformado por alternancia predominantemente de arcillolitas limosas, abigarradas, de color gris a vinotinto, con presencia de óxidos, en sectores se aprecia erosión diferencial, meteorizada, deleznable, de resistencia baja en roca alterada y media en roca sana; con areniscas arcillosas de grano fino, color verdoso a grisáceo y vinotinto, los niveles inferiores presentan estratificación laminada y el superior estratificación cruzada, fracturada, con presencia de óxidos, resistencia baja, dureza 3 (Figura 3.7).

Esta unidad se presenta en la zona occidental del barrio Triángulo Alto, conforma una topografía caracterizada por pendiente moderadamente inclinada, las capas de roca se encuentran cubiertas por suelo residual (Figuras 3.4 a 3.7 y Plano 3).

## Depósitos Cuaternarios

- **Nivel Coluvial Antiguo (Qc3).** Constituido por cantos y bloques angulares a subangulares, predominantemente arenosos embebidos en matriz arcillo-arenoso, configuran la superficie marginal del terreno y cubren localmente las diferentes unidades del subsuelo. Se ubican en la parte central y costado nororiental del barrio El Triángulo, son materiales regularmente consolidados y con espesor que alcanza tres metros y medio; en general presentan una alta resistencia a la erosión.
- **Nivel Coluvial Intermedio (Qc2).** Conformado por cantos y gravas, subangulares, predominantemente arenosos embebidos en matriz arcillo-arenoso, suprayacen localmente las diferentes unidades de roca localizadas en la parte occidental alta del barrio El Triángulo. El espesor promedio es de dos metros y medio.
- **Nivel Coluvial Reciente (Qc1).** Son materiales regularmente consolidados, con espesor de hasta tres metros. Están compuestos por gravas y cantos, subangulares, predominantemente arcillosos embebidos en matriz areno-arcilloso, y son el recinto de la mayor concentración de procesos de remoción en masa activos y estables, se localizan en la parte sur y norte del barrio Corinto y en la franja oriental del barrio El Triángulo (**Fotografía 3.3**).



**Fotografía 3.3.** Depósito coluvial reciente localizado en el costado sur del Barrio Triángulo Alto, es frecuente la presencia de procesos de remoción en masa activos.

- **Nivel de Flujo de Suelos (Qft).** Caracterizado por cantos y gravas subangulares, predominantemente arcillosos embebidos en matriz arcillo-arenoso, de color gris a amarillento, saturados, los cuales configuran la superficie marginal de la quebrada El Triángulo al sur del barrio El Triángulo y el drenaje natural que nace en el extremo norte del barrio Triángulo Alto. Son materiales regularmente consolidados y con espesor que alcanza seis metros; en general presentan una baja resistencia a la erosión.
- **Nivel Coluvial (Qc).** Conformados por fragmentos de roca de diferentes tamaños, subangulares, predominantemente arenosos embebidos en matriz arcillo arenoso, configuran la superficie marginal del terreno y cubren localmente las diferentes unidades del subsuelo. Son materiales regularmente consolidados y con espesor que alcanza tres metros; en general presentan una alta resistencia a la erosión.

- **Nivel de suelos arcillosos residuales (Qsr).** Estos materiales se presentan en gran parte del terreno, corresponde a suelos arcillosos y limo-arcillosos producto de la alteración de los niveles arcillosos y son cubiertos por materiales de capa orgánica vegetal, con espesores que alcanzan un metro.

#### Depósitos Antrópicos.

- **Materiales (Bot).** Bajo esta designación se integran los materiales estériles de canteras de explotación, principalmente arcillosos destinados a la fabricación de ladrillo, teja y tubos (Tubos Moore), de diferentes tamaños no dispuestos técnicamente en el antiguo patio de trabajo de la cantera, localizada al sur del Barrio El Triángulo (**Fotografía 3.4**).



**Fotografía 3.4.** Disposición desordenada de materiales estériles de la cantera de explotación propiedad de Tubos Moore, al fondo se aprecia un talud conformado por arcillolitas y areniscas de la Formación Bogotá sin reconfiguración final de los taludes.

- **Escombros de Relleno (Rel).** Conformados por materiales de construcción no dispuestos técnicamente, depositados en especial en las laderas adenañas a las vías existentes del área de estudio y en puntos dispersos sobre la zona urbanizada (**Fotografía 3.5**).
- **Rellenos de basuras y desechos domésticos (Bd).** Mezcla de plásticos, frascos, etc, de espesor variable, depositados en especial sobre el cauce de la Quebrada El Triángulo y en franjas dispersas del área urbanizada.

#### 3.2.3.2 Geología Estructural

La secuencia estratigráfica del área se encuentra bastante plegada, lo cual explica el fuerte patrón de diaclasamiento. La secuencia estratigráfica está afectada por tres sistemas de discontinuidades cuyas bandas son:

Estratificación	(E1):	N08-23E / 26-43NW
Diaclasas Principales	(D2):	N00-06E / 50-55SE
	(D3):	N70-75W / 82-89SW
	(D4):	N14E / 65SE

Las familias de diaclasas, se caracterizan por presentar baja persistencia, espaciamiento moderado a bastante próximo, abertura desde cerrada hasta parcialmente abierta y el relleno es principalmente

arcilloso. La rugosidad de las paredes es ondulada suave. El análisis detallado del comportamiento, homogeneidad e influencia de las discontinuidades sobre el comportamiento y estabilidad de las laderas se realiza en la evaluación geotécnica del área.



**Fotografía 3.5.** Relleno de escombros localizado en el Barrio El Triángulo, conformado por material de construcción, no dispuestos técnicamente, interceptado por el vertimiento de aguas sanitarias.

Los taludes de roca presentan un fuerte diaclasamiento y alto grado de meteorización, lo cual produce caída de bloques sobre la pendiente fuertemente inclinada que conforma las partes altas en especial la divisoria de aguas de los barrios de interés.

### 3.3 GEOMORFOLOGIA

#### 3.3.1 Geomorfología General

El sector estudiado se encuentra localizado sobre una ladera en la contrapendiente estructural, flanco oriental del sinclinal de Usme. La morfología es escarpada en los taludes de rocas resistentes (areniscas) y zonas de cantera de explotación de materiales, moderadamente inclinada sobre laderas de rocas arcillosas y depósitos recientes de origen coluvial; y semiplana a plana en las zonas cercanas a la Quebrada El Triángulo.

Las geoformas están controladas especialmente por el sinclinal de Usme y son el producto de la compleja evolución tectónica del Terciario, de los procesos de erosión y acumulación, mediante la delimitación de fenómenos de remoción en masa y de la explotación de materiales rocosos. La antigua excavación ha dejado como resultado el destape de las rocas aflorantes y la conformación de taludes de fuerte pendiente afectados por erosión diferencial y degradación de las arcillolitas, procesos incrementados por el vertimiento de aguas domesticas (sanitarias) sobre el talud del costado sur de la cantera.

Durante las labores de construcción de las viviendas, es normal que se realice la reconfiguración del terreno, mediante excavación de las partes altas y relleno con el material de excavación de las partes deprimidas del terreno, sin una adecuada protección de los taludes así formados. Este proceso ayudado por el vertimiento de aguas sanitarias y de acueducto, ha originado pequeños deslizamientos en las franjas intervenidas.

En laderas conformadas por material de origen coluvial, suelo residual y rellenos de material de excavación y escombros, se han originado deslizamientos translacionales y rotacionales; algunos activos, como causa de sobrepresiones, vertimiento de aguas sanitarias y de acueducto o de excavaciones indiscriminadas sobre la pata de los taludes.

Mediante la fotointerpretación y el trabajo de campo se identificaron geoformas relacionadas con distintos ambientes, función hídrica, de los materiales (roca, suelos y rellenos) y procesos denudativos, las cuales se han agrupado en unidades desde el punto de vista morfogenético.

- **Taludes Antrópicos de Rocas (TAR).** La morfología de esta unidad corresponde a una zona de pendiente fuertemente inclinada a escarpada; la ladera que conforma el talud sur de la cantera tiene una longitud que va de 15 a 40 metros, mientras el talud norte oscila de 8 a 25 metros y en el costado noroccidental del barrio El Triángulo, la ladera tiene una longitud de 10 a 20 metros (**Fotografía 3.6**).



**Fotografía 3.6.** Unidad geomorfológica de taludes antrópicos de rocas (TAR), con pendiente escarpada, mal reconformada, se aprecian procesos de erosión diferencial en la cantera de explotación de materiales arcillosos para la fabricación de teja, ladrillo y tubos.

Está constituida por la alternancia de arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; con areniscas arcillosas, laminadas en sectores presenta estratificación cruzada, de color amarillo a moradas, grano fino, friables, meteorizadas, caracterizadas por la presencia de erosión diferencial, erosión en surcos y degradación de los niveles de arcillolitas desprovistas de vegetación, los procesos existentes están bastante desarrollados y consisten en surcos que cumplen la labor de drenaje.

Los niveles litológicos se encuentran expuestos en la parte norte del barrio Triángulo Alto (cantera de tubos Moore) y en el sector noroccidental del barrio El Triángulo; en la primera zona, se encuentra retrabajada por la escorrentía superficial proveniente de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto, de la zona urbanizada del barrio; y en la segunda franja el papel denudativo dominante lo ejerce la escorrentía superficial de aguas lluvias.

- **Patio de Explotación de la Cantera (PAE).** La morfología característica corresponde a una zona de pendiente plana a suavemente inclinada; el patio de la cantera de tubos Moore tiene una longitud de 10 a 65 metros y el patio localizado en el costado suroriental del barrio El Triángulo va de 12 a 25 metros; Está constituida por la alternancia de arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; con areniscas arcillosas, laminadas en sectores presenta estratificación cruzada, color amarillo a morado, de grano fino, friables, meteorizadas, cubiertas por suelo residual; se presenta de erosión en surcos sobre los niveles litológicos aflorantes.

Los mejores sitios de ubicación de la unidad se hallan en la parte norte del barrio Triángulo Alto (cantera de tubos Moore) y en el costado suroriental del barrio El Triángulo. El principal agente modelador de las superficies lo ejerce la escorrentía superficial proveniente de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto, del área urbanizada del barrio Triángulo Alto y de la Calle 16 A sur del barrio El Triángulo.

- **Ladera Coluvial (LC).** Se encuentra manifiesta en la parte nororiental del barrio El Triángulo. Su morfología se caracteriza por tener pendiente plana a suavemente inclinada; con longitud de 100 metros y está entallada por materiales heterogéneos de tamaño variado (bloques y cantos), subangulares embebidos en matriz limo arcillosa, que suprayacen un nivel de arcillolitas grisáceas a vinotinto, friables y areniscas arcillosas de grano fino, color amarillento a vinotinto, laminadas y altamente meteorizadas; sobre el cauce y márgenes de la Quebrada El Triángulo se aprecian procesos de socavación.
- **Ladera Coluvial Reciente (LC1).** La morfología de esta unidad está configurada por pendientes moderadamente inclinadas; tiene una longitud de 80 metros a la altura de la calle 16 sur, mientras en el extremo norte del barrio Triángulo Alto es de 110 metros y en el costado sur varía de 45 hasta 55 metros y en el sector del Barrio Corinto de 60 metros (**Fotografía 3.7**).



**Fotografía 3.7.** Unidad geomorfológica conformada por laderas de depósitos coluviales recientes, localizado en el sector sur del barrio Triángulo Alto, se presentan procesos de reptación evidenciados por grietas de tensión.

Está constituida por materiales heterogéneos de tamaño variado (gravas y cantos), subangulares embebidos en matriz areno arcillosa que suprayacen discordantemente una alternancia de arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; con areniscas arcillosas, laminadas en sectores presenta estratificación cruzada, de color amarillo a morado, de grano fino, friables, meteorizadas



En esta unidad se aprecian procesos de reptación y deslizamientos translacionales activos e inactivos producto de la acción del agua (infiltración y lluvias), el desconfinamiento general de los niveles de roca y la acción de las excavaciones y los rellenos (en la construcción de viviendas y vías de acceso). No obstante, la más clara acción denudativa la ejercen la escorrentía superficial emanada de las viviendas aledañas a esta unidad y las infiltraciones de aguas lluvias.

- **Ladera Coluvial Intermedia (LC2).** Cobija una morfología de pendientes moderadas a fuertemente inclinadas en trayectos de disímil longitud; así entonces para el sector norte del área de estudio tiene una longitud promedio de 80 metros, de 25 a 70 metros entre la Carrera 15 Este y la divisoria de aguas (barrio El Triángulo), o de involucrar de 30 a 45 metros entre la carrera 15 Este y la Quebrada El Triángulo o extenderse entre 20 a 45 metros en el barrio Corinto (**Fotografía 3.8**).



**Fotografía 3.8.** Unidad geomorfológica conformada por laderas de depósitos coluviales intermedios, localizado en el sector suroriental del barrio Triángulo, se presentan deslizamientos activos que han afectado varias viviendas.

La unidad geomorfológica está constituida por materiales heterogéneos de tamaño variado (cantos y gravas), subangulares embebidos en matriz arcillo arenosa que cubren discordantemente una secuencia de arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; con areniscas arcillosas, de grano fino meteorizadas, de color amarillo a morado, friables. El proceso morfodinámico más relevante es la reptación y los principales agentes modeladores son: infiltración subsuperficial de aguas lluvias, la escorrentía superficial (lluvias, sanitarias y de acueducto) originadas en la franja urbanizada y que discurren por las vías.

- **Ladera Coluvial Antigua (LC3).** Se encuentra expuesta entre las Calles 16 A sur y 16 C sur, zona urbanizada del barrio El Triángulo, en pendientes suavemente inclinadas, tiene una longitud de 40 a 80 metros y esta constituida por materiales heterogéneos de tamaño variado (cantos y bloques), angulares a subangulares embebidos en matriz arcillo-arenosa; afectada por procesos de reptación incipiente.

La superficie de la unidad geomorfológica esta controlada por infiltración subsuperficial de aguas lluvias, escorrentía superficial proveniente de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto de las vías y viviendas aledañas.

- **Ladera Estructural de Roca (LER).** La morfología característica es de topografía con pendiente fuertemente inclinada; en el sector del Barrio El Triángulo la ladera tiene 12 a 25 metros de longitud, en el costado oriental de Triángulo Alto es de 12 metros y en el Barrio Corinto de 8 a 15 metros.

Esta unidad esta conformada por una secuencia de areniscas arcillosas, laminadas en sectores presenta estratificación cruzada, de color amarillo a morado, grano fino, friables, altamente meteorizadas, con arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; caracterizada por la presencia de caída de bloques de los niveles de areniscas con alto grado de fracturamiento, apreciable abertura de las discontinuidades y avanzado deterioro de los taludes; los bloques movilizados son principalmente de tamaño mediano a grande con diámetro promedio de 0.5 m a 1 m; también se presenta erosión diferencial y erosión en surcos, este proceso se da lugar en afloramientos de rocas arcillosas, desprovistos de vegetación, siendo las unidades arcillosas las más afectadas, los procesos existentes están bastante desarrollados y consisten en surcos que cumplen la labor de drenaje y en sectores localizados flujo de suelos.

- **Ladera de Suelo Residual (LSR).** Morfológicamente se caracteriza por una zona de pendiente suave a moderadamente inclinada; en el sector del Barrio El Triángulo la ladera tiene una longitud de 20 metros en el sector estrecho y 65 metros en la parte más amplia, en el costado noroccidental de Triángulo Alto la ladera tiene una longitud de 85 a 130 metros y en el costado occidental de Corinto es de 15 a 25 metros.

Esta unidad esta constituida por suelo residual que suprayace discordantemente una alternancia predominantemente de arcillolitas abigarradas, laminadas y areniscas arcillosas, de color grisáceo a amarillento, intensamente meteorizadas y fracturadas; se aprecian procesos de remoción en masa que puedan afectar la estabilidad de las viviendas. En este sector se presenta asentamiento de viviendas, de tipo estructural, mixto y de recuperación, con un sistema de alcantarillado comunitario deficiente hidráulicamente, que pueden dar origen a procesos de inestabilidad.

En el costado nororiental del barrio El Triángulo, se presentan procesos de inestabilidad como deslizamientos translacionales y rotacionales activos e inactivos, causados por el vertimiento de aguas superficiales (aguas lluvias, sanitarias y de acueducto) y por excavación de la pata del talud con el fin de construir las viviendas de la carrera 15 B Este.

- **Ladera Cóncava de Suelo Residual (LCSR).** De morfología suave a moderadamente inclinada; tiene una longitud promedio de 270 metros en el barrio Corinto y en Triángulo Alto es de 110 metros en la parte estrecha y 140 metros en el sector más amplio (**Fotografía 3.9**).



**Fotografía 3.9.** Unidad geomorfológica conformada por laderas cóncavas de suelo residual, localizado en el barrio Triángulo Alto.

Está conformada por suelo residual de carácter arcillo-arenoso, que suprayace discordantemente una alternancia predominante de arcillolitas abigarradas, laminadas y areniscas arcillosas, de color grisáceo a amarillento, intensamente meteorizadas y fracturadas; se aprecian procesos incipientes de remoción en masa causados por excavación y rellenos inadecuados para la reconfiguración del terreno durante la construcción de las viviendas; y por aguas superficiales (lluvias).

- **Ladera de Flujo de Suelos (LFL).** Morfológicamente se circunscribe en planos rugosos e irregulares, con lóbulos frontales escarpados, de pendiente suave a moderadamente inclinada; cubre una longitud de 300 metros y esta compuesta por cantos y gravas subangulares embebidos en matriz arcillo arenosa, de color gris a amarillento, saturados, dispuestos caóticamente en la ladera que suprayacen discordantemente una alternancia de arcillolitas abigarradas de color gris a vinotinto, friables, meteorizadas; con areniscas arcillosas, laminadas, de color amarillo a morado, grano fino, friables, meteorizadas.

Los flujos que conforman esta unidad geomorfológica, inician su formación en el costado norte del barrio Triángulo Alto, sigue por el cauce de un drenaje natural hasta encontrar la Quebrada El Triángulo, donde se une con un flujo antiguo proveniente de la parte oriental del barrio Manantial, desarrollándose sobre la ladera abajo hasta finalizar en la parte central del barrio El Triángulo (manzana 14).

### 3.3.2 Inventario de Procesos Actuales de Movimientos en Masa

El inventario de movimientos en masa se presenta como un medio para el conocimiento de los factores (exógenos y endógenos) que caracterizan la ocurrencia de los fenómenos de remoción en masa (FRM), y para comparar y establecer las condiciones bajo las cuales ocurren éstos. Además es soporte fundamental para la evaluación de la amenaza, porque despliega la localización de un tipo particular de problema de inestabilidad y, provee información histórica y cartográfica de los eventos antiguos (cuando se tienen) y actuales.

El inventario se realizó con base en un trabajo de fotointerpretación y especialmente de reconocimiento en campo, se presenta en un mapa y fichas descriptivas de cada proceso. Las fichas se procesaron de acuerdo con la propuesta presentada por González A. J. (1989) para el primer simposio suramericano de deslizamientos y adaptada por INGEOCIM LTDA en 1998. El mapeo de los procesos involucro la toma de elementos cartografiables a la escala de trabajo, 1:1000; es decir, la representación de unidades con área superior a 25 m<sup>2</sup> (**Tabla 3.1**).

#### 3.3.2.1 Procedimiento

El levantamiento de la información directa constituye el aspecto mas importante para la consecución de información sobre procesos morfodinámicos en el área de estudio. El procedimiento utilizado para la elaboración del inventario de procesos actuales y registro histórico fue la siguiente:

- Reconocimiento preliminar del área.
- Recopilación y análisis de la información secundaria.
- Toma de la información mediante el uso de la ficha técnica y cartografía de los procesos.
- Elaboración de la base de datos.
- Representación gráfica de la información en formato digital.
- Análisis de la información.
- **Reconocimiento preliminar del área.** Esta fase contempló una visita general del área de interés, haciendo énfasis en la identificación de los problemas de inestabilidad y, de los factores que los generaron, en especial la acción antrópica.

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Localidad	Barrio	Estrato	Sector	Dirección	Nombre del sitio	Area afectada	Elevación	Zona	Zona sísmica	Estabilidad	Tipo de proceso	Erosión	Superficial	Subsuperficial	Fecha	Encuestador	Plancha topográfica	Plancha geológica	Fotografías aéreas	Número de casas	Otras construcciones
1	DT1-AA	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15A Este NO. 15A - 20 sur						FALSO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		15/12/99					3	
2	DTR1-AA	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15 Este No. 15A - 58 sur (Influencia indirecta)				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Rotacional	FALSO			15/12/99					1	
3	DT3-AA	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15B Este No. 15-63 (Zona de influencia indirecta)				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO								2	
4	DTR1-AA	San Cristóbal	Triángulo	1		Carrera 15B Este No. 15-97 sur (Edgar Castro e Isidro Torres)		0.1				FALSO	Deslizamiento Rotacional	FALSO			16/12/99					2	
5	DT4-ID	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15B Este No. 15-				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		16/12/99					1	
6	DT7-ID	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15A Este No. 16-31 sur				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			29/12/99						
7	DT8-ID	San Cristóbal	Triángulo	2				0.048				FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			29/12/99						
8	DT20-PI	San Cristóbal	Triángulo	2						Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			29/12/99						
9	DTR2-ID	San Cristóbal	Triángulo	2								FALSO	Deslizamiento Rotacional	FALSO			29/12/99						
10	DT9-AA	San Cristóbal	Triángulo	2						Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			29/12/99					8	
11	FT1-AA	San Cristóbal	Triángulo	2						Ladera natural		FALSO	Flujo Material	FALSO			29/12/99						
11a	FT2-AA	San Cristóbal	Triángulo	2						Ladera natural		FALSO	Flujo Material	FALSO			29/12/99						
25	FT5-AA	San Cristóbal	Triángulo	2						Ladera natural		FALSO	Flujo Material	FALSO			29/12/99						
12	DT10-ID	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 15 Este No. 30-60 sur				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			30/12/99					2	
13	DT11-IE	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 15B Este No. 30A-10 sur						VERDADERO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		30/12/99						
14	DT12-ID	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 15B Este No. 30-43 sur				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		30/12/99					2	
15	DT19-AC	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 16 Este No. 30-21 sur						FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			03/01/00						
16	FT4-ID	San Cristóbal	Triángulo alto	2		Cll. 29 No. 15-43 Este (Luis Alberto Quemba)						FALSO	Flujo Material	FALSO			03/01/00					4	
17	DT18-AC	San Cristóbal	Triángulo alto	2		Cll. 29 sur No. 15-44 E (Carlos Aguilera)				Ladera natural		VERDADERO	Deslizamiento Translacional	FALSO			03/01/00					2	
18	DT15-IE	San Cristóbal	Triángulo Alto	2		Cra. 15B Este No. 19-45 Sur				Ladera natural		VERDADERO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		04/01/00					1	
19	DT16-AA	San Cristóbal	Triángulo Alto	2		Carrera 13 Este No. 14-24 sur				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			04/01/00					7	
20	DT14-ID	San Cristóbal	Corinto	1		Calle 29C sur No. 15-04 Este				Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			04/01/00					1	
21	DT13-IE	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 15A Este No. 29-03 sur				Ladera natural		VERDADERO	Deslizamiento Translacional	FALSO			04/01/00					2	
22	FT3-ID	San Cristóbal	Corinto	2		Carrera 15A Este No. 29C - 19 sur a 11 sur						VERDADERO	Flujo Material	FALSO			04/01/00					2	
23	DT17-AC	San Cristóbal	Triángulo Alto	2						Ladera natural		FALSO	Deslizamiento Translacional	VERDADERO	Surcos		06/01/00					3	
24	CB1-ID	San Cristóbal	Triángulo	2	Estación E-8	Carretera a Oriente No. 14- 24 sur (José M. Ramírez)				Ladera natural		FALSO	Desprendimiento	FALSO			05/01/00	JALG					
33	DT21-AA	San Cristóbal	Triángulo	2		Carrera 15A Este No. 15A - 76						FALSO	Deslizamiento Translacional	FALSO			16/12/99					2	

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Vía principal	Vía secundaria	Alcantarillado 1	Acueducto 1	Puente-viaducto	Muros de contención	Otras estructuras	Implicaciones socioeconómicas	Niños muertos	Niños heridos	Anclanos muertos	Anclanos heridos	Adultos muertos	Adultos heridos	Total muertos	Total heridos	Descripción general
1	DT1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Falla de bloques (roca) y deslizamientos traslacionales en depósitos coluviales arcillosos, de espesor variable.
2	DTR1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Postes de teléfono y luz	Pequeñas									Deslizamiento traslacional en roca (intercalaciones de arenisca y arcillolita) de tipo local y activo.
3	DT3-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Postes de energía y teléfono	Pequeñas	1	5			2	1	3	6	Deslizamiento traslacional en suelo residual y roca meteorizada.
4	DTR1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Deslizamiento rotacional retrogresivo en arcillolitas gris oscuras, alteradas, activado el día primero de enero de 1999.
5	DT4-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO		Nulas									Falla traslacional en relleno, suelo residual arenisca y arcillolita. El deslizamiento puede afectar una vivienda en la pata del talud y un muro de contención.
6	DT7-ID	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Pequeñas									Deslizamiento traslacional causado posiblemente por vertimientos de aguas residuales, lluvia y descarga de la masa en la parte baja de la ladera.
7	DT8-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Pequeñas									Deslizamiento traslacional en tierra causado por socavación de la Quebrada, aguas lluvias y vertimientos sanitarios. El material fallado corresponde a un relleno antrópico.
8	DT20-PI	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Poste de energía										Deslizamiento traslacional en tierra, estabilizado y sin incidencia en construcciones aledañas.
9	DTR2-ID	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	Postes de energía	Pequeñas									Deslizamiento rotacional en tierra, estabilizado. Posiblemente provocado por vertimientos de aguas y por descarga en la base de la ladera (corte).
10	DT9-AA	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Pequeñas									Deslizamiento traslacional activo parte baja, inactivo parte superior posiblemente provocado por vertimiento aguas lluvias, fuerte pendiente y por excavaciones en la parte inferior del talud.
11	FT1-AA	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Flujo lento de tierras, localizado al oriente del área de la cantera
11a	FT2-AA	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Flujo lento de tierras, localizado al oriente del área de la cantera
25	FT5-AA	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Flujo lento de tierras, localizado al oriente del área de la cantera
12	DT10-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Pequeñas									Deslizamiento traslacional en tierra sin consecuencias para edificaciones adedañas. En la parte superior, dos construcciones limitan el flanco derecho y una vía peatonal el escarpe principal. Las viviendas son de un piso y están conformadas por madera y
13	DT11-IE	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional en tierra, sin consecuencias para las construcciones. En el flanco derecho existe una casa en madera (de un piso) que no ha sido afectado por el movimiento. El fenómeno es de pequeña magnitud.
14	DT12-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional en suelo. El fenómeno produjo la pérdida de una vivienda prefabricada en la pata del deslizamiento y el escarpe de falla involucró una segunda residencia de recuperación y de un solo piso.
15	DT19-AC	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional. Local, en la vase del corte de una edificación. El fenómeno dio lugar a la evacuación y demolición de una vivienda.
16	FT4-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO											Flujo de tierras. El material movilizado correspondió a rellenos heterogéneos y mantos arcillosos. El fenómeno dio lugar a la reubicación de tres familias y a la destrucción de 4 viviendas. La ladera se encuentra intersectada por diversas líneas de tubería.
17	DT18-AC	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional en suelo (relleno heterogéneo). El fenómeno produjo la pérdida de dos viviendas, una de recuperación y otra prefabricada. El relleno para conformación de la explanación estaba confinado con sacos de suelo. El deslizamiento pres
18	DT15-IE	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional sobre suelo residual que afectó una vivienda y la vía principal; la vivienda fue demolida.
19	DT16-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											
20	DT14-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Deslizamiento traslacional sobre una ladera de pendiente fuerte y depósito residual de poco espesor
21	DT13-IE	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Desprendimiento de tierra sobre un plano de discontinuidad del macizo rocoso. Las pérdidas ascendieron a una vivienda destruida y una persona muerta (relatos de los moradores y habitantes de la zona). El material fallado corresponde a suelo residual y a
22	FT3-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO											Reptamiento de suelo sobre suelo residual y arcillolita meteorizadas y fracturadas, afectó dos viviendas de la parte inferior.
23	DT17-AC	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Graves									Deslizamiento traslacional en relleno antrópico y suelo. El fenómeno dio lugar a la pérdida de tres edificaciones de mampostería (con baja calidad constructiva). Los residentes fueron reubicados y las viviendas están, casi en su totalidad, demolidas.
24	CB1-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		Nulas									Caída de bloques, movilizados bien por la intersección de los planos principales de diaclasas (D=N80W/85 y D=N20E/50SE) o por los planos D=N20E/50SE o D=N32W/64NE según la orientación del talud. El tamaño de los bloques movilizados es de mediano a grand
33	DT21-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO									10	13	Deslizamiento traslacional en rellenos antrópicos que descansan en secuencias de arcillolitas - areniscas y arcillolitas.

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Fecha última manifestación	Frecuencia	Esquema o fotografía	Relleno	Transportado	Residual	Roca	Unidad geológica	Geofoma afectada	Pendiente regional	Niv1_Espesor	Niv1_Tipo	Niv1_Consistencia	Niv2_Espesor	Niv2_Tipo	Niv2_Consistencia	Niv2_Dureza	Niv2_Meteorización	Niv2_Fracturación	Niv3_Espesor	
1	DT1-AA	01/12/99			FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1	S. Residual y capa vegetal	Medio	3	Arenisca			2	2	5	
2	DTR1-AA	16/12/99			FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO			Mo	1	S. Residual arcilloso		1.5	Arcillolita	Medio		3	2	3	
3	DT3-AA	01/11/99			FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1			1.5	Arcillolita	Medio		3	2	3	
4	DTR1-AA	16/12/99			VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1	Relleno		0.5	S. Residual	Medio					
5	DT4-ID				VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1.5	Relleno y S. Residual	Medio	5	Arcillolita						
6	DT7-ID				VERDADERO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	Tpb													
7	DT8-ID				FALSO	FALSO	FALSO	FALSO				3	Relleno	Medio	1	S. Residual	Medio				2	
8	DT20-PI				FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	Tpb		Mo	2.5	Qcl	Medio		S. Residual	Medio					
9	DTR2-ID				FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO			Mo	2	Qcl	Medio	5	Arenisca y arcillolita			3	2		
10	DT9-AA	01/11/99	Estación lluviosa		FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1.5	Relleno	Medio	1.2	Arcillolita					3.3	
11	FT1-AA				FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	Tpb			1.5	Relleno local	Blando	4	Qcl (producto traslocación del SR)	Medio				5	
11a	FT2-AA				FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	Tpb			1.5	Relleno local	Blando	4	Qcl (producto traslocación del SR)	Medio				5	
25	FT5-AA				FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	Tpb			1.5	Relleno local	Blando	4	Qcl (producto traslocación del SR)	Medio				5	
12	DT10-ID				VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO				0.5	Relleno heterogéneo	Blando	0.6	S. Residual	Medio					
13	DT11-IE				FALSO	FALSO	FALSO	FALSO				1.4	Relleno	Blando	0.8	S. Residual	Medio				1	
14	DT12-ID	01/10/99			FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	Tpb		Mo	1.3	Relleno	Blando	1.3	Suelo Residual	Medio					
15	DT19-AC				VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1	Relleno	Medio	1	S. Residual	Medio				2	
16	FT4-ID	01/05/99			VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	Tpb		Mo	1.2	Relleno	Blando	1	Residual	Medio				3	
17	DT18-AC	01/07/99	Estación lluviosa		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	Tpb		Mo	3	Relleno	Blando	1	S. Residual	Medio				1	
18	DT15-IE				VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1	Relleno	Medio	1.5	S. Residual	Medio				3	
19	DT16-AA				VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO			Mo	1.5	Relleno	Blando	2.5	Dep. coluvial	Medio				4	
20	DT14-ID				VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO			Mo	1.5	Relleno	Medio	0.35	S. Residual	Medio				4	
21	DT13-IE				FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	Tpb		Mo	3	Arcillolita	Medio	8	Arenisca		3	3	2	5	
22	FT3-ID				FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO				0.5	S. Residual	Blando	3	Arcillolita		3	2	2	8	
23	DT17-AC	01/11/99			VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	Tpb		Mo	3	Relleno	Blando	1.5	Lutitas			3	2	2	2.7
24	CB1-ID				FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	Tpb		Mo				5	Arenisca						4.5
33	DT21-AA	01/12/99			VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO			Mo	1	Relleno	Medio	1.5	Arcillolita			3	2	3	

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Niv3_Tipo	Niv3_Dureza	Niv3_Meteorización	Niv3_Fracturación	Niv4_Espesor	Niv4_Tipo	Niv4_Dureza	Niv4_Meteorización	Niv4_Fracturación	Estratificación 1	Estratificación 2	Estratificación 3	Foliación 1	Foliación 2	Foliación 3	Diadasas 1	Diadasas 2	Diadasas 3	Fracturas 1	Fracturas 2	Fracturas 3	Fallas 1	Fallas 2	Fallas 3	Plegues 1	Plegues 2	Plegues 3
1	DT1-AA	Arcillolitas		2	2						Favorable	2	N17E/25NW				Desfavorable	2-3	N02W/58NE									
2	DTR1-AA	Arenisca		2	2	10	Arcillolita		2	2	Favorable	2 - 4	N17E/25NW				Desfavorable	3 - 4	N10E/53SE									
3	DT3-AA	Areniscas		2	1	10	Arcillolitas		2	2	Favorable	2-4	N17E/25NW				Desfavorable	3-4	N10E/53SE									
4	DTR1-AA	Arcillolita		2	2						Favorable	3	N17E/25NW				Desfavorable	3	N02W/58NE-64NE									
5	DT4-ID			2	2						Favorable	2	N17E/25NW															
6	DT7-ID										Favorable		N12E/30NW				Desfavorable		N10E-N08E/45SE-55SE									
7	DT8-ID	Roca	3	2							Favorable	3	N12E/30NW				Desfavorable	3	N10E/45SE y N10E/55SE									
8	DT20-PI	Areniscas y arcillolitas	5	3	3						Favorable						Desfavorable											
9	DTR2-ID										Favorable						Desfavorable											
10	DT9-AA	Arenisca	3			5	Arcillolita y areniscas				Favorable						Desfavorable											
11	FT1-AA	Arcillolitas y areniscas	4	2	1						Favorable						Desfavorable											
11a	FT2-AA	Arcillolitas y areniscas	4	2	1						Favorable						Desfavorable											
25	FT5-AA	Arcillolitas y areniscas	4	2	1						Favorable						Desfavorable											
12	DT10-ID	Arcillolita	3	1							Favorable						Desfavorable											
13	DT11-IE	Arenisca	3	3							Favorable						Desfavorable											
14	DT12-ID	Arenisca	3	3							Favorable						Desfavorable											
15	DT19-AC	Arenisca Arcillolita	3								Favorable		N20E/40NW				Desfavorable											
16	FT4-ID	Arenisca	3								Favorable						Desfavorable											
17	DT18-AC	Arcillolita	2	2	2	2	Arenisca	2	2	3	Favorable		N25E/45NW				Desfavorable		N15W/60NE - N55W/78NE									
18	DT15-IE	Arcillolita	2	2	2						Favorable		N25E/45NW				Desfavorable		N15W/60NE - N55W/78NE									
19	DT16-AA	Arcillolita	3	2	2	2	Areniscas	7	2	2	Favorable		N10E/30NW				Desfavorable		N-S/57E y N64W/63NE									
20	DT14-ID	Arcillolita	3	2	2		Arenisca				Favorable						Desfavorable											
21	DT13-IE	Arcillolita	3	2	2	8	Arenisca	7	2	2	Favorable	2-3	N15E/30NW - N25E/40NW				Desfavorable		N05W/54NE									
22	FT3-ID	Arenisca	3	2	2	3	Arcillolita	3	2	2	Favorable		N15E/30NW				Desfavorable		N05W/74NE - N10W/60NE - N35E/68SE									
23	DT17-AC	Arcillolitas	2	2	2	1.8	Areniscas	2	2	2	Favorable		N15E/35NW				Desfavorable		N20W/50NE - N75E/72SE - N60W/85NE									
24	CB1-ID	Arcillolita				4	Arenisca				Favorable						Desfavorable		N20E/50SE y N32W/64NE									
33	DT21-AA	Arenisca		2	2	10	Arcillolita		2	2	Favorable	2-4	N17E/25NW				Desfavorable	3-4	N10E/53SE									

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Observaciones	Hoya hidrográfica	Área drenante sobre el talud	Pendiente media de la cuenca	Estación meteorológica	Precipitación media anual	Meses de máxima precipitación	Acueducto	Alcantarillado	Tipo de alcantarillado	Cobertura	Uso_Árboles	Uso_Árbustos	Uso_Pastos	Uso_Permanente	Uso_Transitorio	Uso_Rastrojo	Uso_Madera.lat	Uso_Material	Pavimento	Agua superficial en el deslizamiento	Agua superficial en el área aferente	Agua subterránea	Profundidad del nivel freático
1	DT1-AA								No existe	No existe		1			20					80		Ac1	Ac2		
2	DTR1-AA								No existe	No existe		1			90					100		Azh1			
3	DT3-AA								Existe	No existe		1			100							Azi1	Azh2		
4	DTR1-AA								No existe	No existe		1			100					90		0 Azh1			
5	DT4-ID								No existe	No existe		1			100							Ac1	Ac2		
6	DT7-ID											1			100					100	0		Azh2		
7	DT8-ID								No existe	No existe	Ambos	1			100						0	Ac1			
8	DT20-PI	Estación 8.							No existe	No existe	Ambos	1			100						0				
9	DTR2-ID	Estación 8.							No existe	No existe	Ambos	1			100						0	Azh1	Ac2		
10	DT9-AA	Estaciones 7 y 8. La parte superior del movimiento presenta una capa de relleno heterogéneo de hasta 2 m.							No existe	No existe	Negras	1	10	90								Azh1	Azh2		
11	FT1-AA	Estación 8.							No existe	No existe		1	20	80							0				
11a	FT2-AA	Estación 8.							No existe	No existe		1	20	80							0				
25	FT5-AA	Estación 8.							No existe	No existe		1	20	80							0				
12	DT10-ID	La secuencia estratigráfica fue tomada en el flanco izquierdo del movimiento							Mangueras	No existe	Negras	1	10	90					100	0	Azh1	S			
13	DT11-IE	Estación 11.							Mangueras	No existe		1	20	80					90	0	S	S			
14	DT12-ID	Estación 11.							Mangueras	Comunal		1							80	20	0	Azh1	S		
15	DT19-AC	La secuencia estratigráfica hace parte de la zona aledaña al deslizamiento							No existe	Existe		3							100						
16	FT4-ID	Estación 12.							Existe	Existe	Combinado	3							80	20	0				
17	DT18-AC	Estratigrafía de la zona aledaña al deslizamiento. El material fallado corresponde casi exclusivamente a relleno heterogéneo							Mangueras	Existe	Combinado	1							80	20	0	S	S		
18	DT15-IE	El deslizamiento se produjo sobre el relleno y el suelo residual							Existe	Existe		1			85				10	0	S	S			
19	DT16-AA	La secuencia estratigráfica se tomó en el flanco izquierdo, el suelo residual se encuentra en zonas localizadas.							Existe	Existe	Combinado	3							100	0	S	S			
20	DT14-ID	Estación 12. El deslizamiento se ha activado en varias ocasiones provocando daños a una vivienda de la parte alta (vivienda de recuperación).							No existe	No existe		1			100				5		S	S			
21	DT13-IE								Existe	Existe	Combinado	1			100				100	0					
22	FT3-ID											1			100						S	S			
23	DT17-AC								Existe	Existe	Combinado	1			100				100	0					
24	CB1-ID	Los datos estructurales corresponden a la estación E-8							Existe	Existe	Combinado	1	40	60								S	S		
33	DT21-AA								No existe	No existe		1			10					90		Azh1	Ac2		

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2



**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Laminar	Difusa	Concentrada	En caverna	Diferencial	Por socavación	Por incisión	Interna	Ero_Estado1	Ero_Estado 2	Ero_Litología	Ero_Morfología	Ero_Inclinación del talud	Ero_Lluvias	Ero_Incendios	Ero_Deslizamientos	Ero_Deforestación	Ero_Cultivos	Ero_Riegos	Ero_Descarga A Ll	
1	DT1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	1		VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO
2	DTR1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO			VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
3	DT3-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	1		VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
4	DTR1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
5	DT4-ID	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	1		VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
6	DT7-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
7	DT8-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
8	DT20-PI	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
9	DTR2-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
10	DT9-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
11	FT1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
11a	FT2-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
25	FT5-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
12	DT10-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
13	DT11-IE	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	1		VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
14	DT12-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	2	2	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
15	DT19-AC	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
16	FT4-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
17	DT18-AC	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
18	DT15-IE	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
19	DT16-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
20	DT14-ID	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
21	DT13-IE	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	1		VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
22	FT3-ID	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
23	DT17-AC	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO
24	CB1-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	2		VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
33	DT21-AA	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO			FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Ero_Estructuras	Ero_Otras	Tipo de talud 1	Tipo de talud 2	Tipo de talud 3	Tipo de talud 4	Angulo del talud	Rumbo	Inclinación	Altura	Longitud	Profundidad	Altura escarpe principal	Ancho medio	Area del deslizamiento	Porcentaje deslizamiento con edificaciones	Edad	Forma planta	Clasificación Varves	Clasificación Sassa	Des_Actividad 1	Des_Actividad 2	Des_Litología	Des_Meteorización	Des_Fracturación
1	DT1-AA	FALSO		1	2	2			N75E	30NW	8	9.5	3	1	5					C. Rocas y D. Traslacional		3	2	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
2	DTR1-AA	FALSO		1	1	1	30		N15E	35SE	20	15	2	5	9	0.013	0			Desliz. Traslacional		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
3	DT3-AA	FALSO		1	1	1	30		N10W	40NE	10	12	1.25	2.5	7					Desliz. Traslacional		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
4	DTR1-AA	FALSO		1		1			N30W	30NE - 35NE	15	50	3	2	10	0.1	10			Desliz. Rotacional		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
5	DT4-ID	FALSO		1	2		1		N30W	28NE	14	12	2	3	6	0.01				Desl. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
6	DT7-ID	FALSO		1	2	1	2	33		30	7	20								Desl. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
7	DT8-ID	FALSO	Evacuación agua de la quebrada	2		1	2		N35W	NE	14	35	4	1.5	16					Desliz. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
8	DT20-PI	FALSO		1	3		1													Desl. Traslacional		1	1	VERDADERO	FALSO	FALSO
9	DTR2-ID	FALSO							N-S a N05W	25NE - 30NE			4	7	15		0			Desliz. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
10	DT9-AA	FALSO					1		N15W	35NE		20	3	5.8	20					Desliz. Traslacional		3	2	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
11	FT1-AA	FALSO		1	3		2		N35W	20NE		150	4	6.3	30					Flujo de tierras		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
11a	FT2-AA	FALSO		1	3		2		N35W	20NE		150	4	6.3	30					Flujo de tierras		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
25	FT5-AA	FALSO		1	3		2		N35W	20NE		150	4	6.3	30					Flujo de tierras		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
12	DT10-ID	FALSO			3	1	2		N85W	25NE	30	70		1.6	23					Desliz. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
13	DT11-IE	FALSO		1	2		2		N15E	40SE	7	11	2	2.2	7					Desliz. Traslacional		2	3	VERDADERO	FALSO	FALSO
14	DT12-ID	FALSO		1	1		1	60	N-S	50E	6	13		2.5	6					Desl. Traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
15	DT19-AC	FALSO					2		N45E	24NW		8.5		1	4.8					Desliz. Traslacional		3	3	VERDADERO	FALSO	FALSO
16	FT4-ID	FALSO			1	2	2		N-S a N10W	30NE	34	5	2		9.5		40			Flujo de tierras		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
17	DT18-AC	FALSO				2	2		N20W	40NE	7	13	1.5	2.2	9					Desliz. Traslacional		3	3	VERDADERO	FALSO	FALSO
18	DT15-IE	FALSO				2	2		N35W	30NE	28	55	2	5	13					Desliz. Traslacional		2	3	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
19	DT16-AA	FALSO		1		1	1	30	N20W	30NE	18	22.5	2	1	42					Deslizamiento traslacional		3	2	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
20	DT14-ID	FALSO					1		N10W	50NE	14	28	1.5	1.5	15	0.04				Deslizamiento traslacional		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
21	DT13-IE	FALSO		1	1		2	50	N10W	50NE	8	12	1		8					Desliz. Traslacional		2	3	VERDADERO	FALSO	FALSO
22	FT3-ID	FALSO							N10W	64NE	12	26	1		6	0.015				Flujo de tierras		2	2	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
23	DT17-AC	FALSO		1	3		1	40	N15W	40NE		22	2		27		20	3		Desliz. Traslacional		3	3	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
24	CB1-ID	FALSO				1	1	65	N20W ó N40E	64NE ó 53SE										Caída de rocas		2	2	VERDADERO	FALSO	FALSO
33	DT21-AA	FALSO		1	1	2	2	35	N10W	35NE	4.6	7	2	2	7					Desliz. Traslacional		3	2	VERDADERO	FALSO	FALSO

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESENTAN EN LA TABLA 3.2

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Des_Estructuras	Des_Agua subterránea	Des_Alta precipitación	Des_Sismo	Des_Erosión hídrica	Des_Erosión eólica	Des_Socavación	Des_Sobrecarga sup	Des_Excavación inf	Des_Corte	Des_Drenaje impedido	Des_Descarga agua	Des_Deformación	Des_Cultivos	Des_Sobrepastoreo	Fotointerpretación de varias épocas	Levantamiento topográfico detallado	Levantamiento geológico detallado	Geofísica	Perforación	Barreno	Apiques	Mojones	Piezómetros	Inclinómetros
1	DT1-AA	VERDADERO	FALSO	D							C		C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
2	DTR1-AA	VERDADERO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
3	DT3-AA	VERDADERO	VERDADERO	D						C	C						FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
4	DTR1-AA	FALSO	FALSO	D									C				FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO
5	DT4-ID	FALSO	FALSO	D							C						FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
6	DT7-ID	FALSO	VERDADERO	D						C			C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
7	DT8-ID	FALSO	FALSO	D				D	C				C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
8	DT20-PI	FALSO	FALSO	C									C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
9	DTR2-ID	VERDADERO	FALSO	D						C			C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
10	DT9-AA	VERDADERO	FALSO	D						C			C	C			FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
11	FT1-AA	FALSO	FALSO	D				C					C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
11a	FT2-AA	FALSO	FALSO	D				C					C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
25	FT5-AA	FALSO	FALSO	D				C					C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
12	DT10-ID	FALSO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
13	DT11-IE	FALSO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
14	DT12-ID	VERDADERO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
15	DT19-AC	FALSO	FALSO							C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
16	FT4-ID	VERDADERO	FALSO	D						C			C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
17	DT18-AC	VERDADERO	FALSO	D				C									FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
18	DT15-IE	FALSO	FALSO	D		C				C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
19	DT16-AA	VERDADERO	FALSO	D				C	C				C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
20	DT14-ID	VERDADERO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
21	DT13-IE	VERDADERO	FALSO	D						C							FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
22	FT3-ID	FALSO	FALSO	D													FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
23	DT17-AC	VERDADERO	FALSO	D									C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
24	CB1-ID	VERDADERO	FALSO	D													FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
33	DT21-AA	FALSO	FALSO	D						C			C				FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO

\* LA DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS SE PRESEN

**TABLA N° 3.1 (Continuación)  
RESUMEN DEL INVENTARIO DE PROCESOS\***

Ficha	Código	Ensayos de campo	Ensayos de laboratorio	Reubicación inmediata	Corto plazo	Largo plazo	Observaciones generales
1	DT1-AA	FALSO	VERDADERO	FALSO	Reforzar las unidades residenciales.		
2	DTR1-AA	FALSO	VERDADERO	FALSO	Reconformación de la superficie y protección con vegetación (movilización de bloques potencialmente activos).		
3	DT3-AA	VERDADERO	FALSO	FALSO			
4	DTR1-AA	FALSO	FALSO	VERDADERO	Reubicación de viviendas.		
5	DT4-ID	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	Manejo de aguas de vertimientos sanitarios.	Descarga del material inestable.	
6	DT7-ID	FALSO	FALSO	FALSO			Foto 31/Rollo 1. Reactivación pulso flujo de tierras 6. (Febrero 17/2000).
7	DT8-ID	FALSO	FALSO	FALSO			Foto 32 - Rollo1 (al fondo zona de parque). Fotos 33 a 36 Mosaico: Deslizamiento Triángulo Alto.
8	DT20-PI	FALSO	FALSO	FALSO		Construcción de sistemas de drenaje y manejo de aguas residuales, reforestación.	
9	DTR2-ID	FALSO	FALSO	FALSO		Construcción de sistemas de evacuación de aguas lluvias y negras. Evitar asentamientos humanos y obras civiles.	
10	DT9-AA	FALSO	FALSO	VERDADERO	Retiro de postes alumbrado. Descarga de material	Implementación obras de estabilización (cunetas, manejo de aguas, reconformación de la superficie	
11	FT1-AA	FALSO	FALSO	FALSO	Mantener en observación.	Manejo de aguas residuales y lluvias.	
11a	FT2-AA	FALSO	FALSO	FALSO	Mantener en observación.	Manejo de aguas residuales y lluvias.	
25	FT5-AA	FALSO	FALSO	FALSO	Mantener en observación.	Manejo de aguas residuales y lluvias.	
12	DT10-ID	FALSO	FALSO	FALSO			
13	DT11-IE	FALSO	FALSO	FALSO			
14	DT12-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO		Reconformación de la superficie del terreno. Manejo de aguas lluvias. Evitar asentamientos posteriores.	Las viviendas se encuentran abandonadas.
15	DT19-AC	FALSO	FALSO	VERDADERO		Reconformación del talud y protección con vegetación. Impedir el asentamiento de viviendas.	
16	FT4-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO			
17	DT18-AC	FALSO	FALSO	VERDADERO	No permitir asentamientos en la zona movilizada	Construcción de sistemas de intersección de aguas lluvias y reconformar la zona.	Inventario un día después de un aguacero fuerte.
18	DT15-IE	FALSO	FALSO	FALSO	Manejo de agua superficial con zanjas de coronación		Fotos 20 y 21. Rollo 2
19	DT16-AA	FALSO	FALSO	VERDADERO	Reconformación general de la zona.		
20	DT14-ID	FALSO	FALSO	VERDADERO	Reconformación de superficie		
21	DT13-IE	FALSO	FALSO	FALSO	Retiro de escombros y conformación del talud		
22	FT3-ID	FALSO	FALSO	FALSO	Reconformación de la superficie		
23	DT17-AC	FALSO	FALSO	VERDADERO		Sistemas de drenaje de agua lluvias y sanitarias. Reconformación del área y perfilado	
24	CB1-ID	FALSO	FALSO	FALSO			
33	DT21-AA	FALSO	VERDADERO	FALSO			

- **Recopilación y análisis de la información secundaria.** Se consultaron diferentes estudios geotécnicos puntuales y generales realizados por algunas firmas consultoras, entre ellos los ejecutados por INGEOCIM (1998) para los barrios Manantial y Corinto, e IFCAYA (1988), así como conceptos técnicos y diagnósticos elaborados o atendidos por la dirección de atención y prevención de emergencias DPAAE.
- **Toma de la información mediante el uso de la ficha técnica y cartografía de los procesos.** El proceso de la toma de información en campo se efectuó mediante el llenado de fichas técnicas (**Figura 3.8 y Anexo 2**) y cartografía de los procesos de inestabilidad sobre el mapa topográfico detallado a escala 1:1000. Posteriormente se priorizaron los movimientos de acuerdo con su influencia (traducida en área de afectación) y grado de actividad, con el fin de adelantar el levantamiento topográfico detallado y plantear el programa de exploración del subsuelo.
- **Elaboración de la base de datos.** Para sistematizar los datos tomados en campo y registrados en las fichas se elaboro una aplicación en ACCESS, que permitiera una fácil manipulación de la información y el procedimiento ordenado de la misma. La base de datos así estructurada contempló 26 procesos inventariados, agrupados en 20 campos que van desde la composición (geología) hasta el tipo de investigación del subsuelo a ejecutar (**Tabla 3.2**).
- **Representación gráfica de la información en formato digital.** La representación gráfica de cada tipo de proceso levantado se realizo sobre un mapa topográfico a escala 1:1000, diferenciando cada proceso por tipología y actividad. La captura en formato digital se genero por capas de información diferenciadas por tipo de proceso. El resultado de este trabajo permite mediante el sistema de información georeferenciada, utilizar el inventario como variable en la evaluación de la amenaza y riesgo.
- **Análisis de resultados.** Con la información gráfica y la base de datos se procedió a analizar los ambientes geológicos, geomofológicos y antrópicos y climáticos, en los que tiende a presentarse los procesos de inestabilidad. Este análisis se utilizó para la determinación de la regionalización de variables como las lluvias y el vertimiento de aguas para ser incluidas en la evaluación de la amenaza, establecer la influencia del factor antrópico en la ocurrencia de deslizamientos y determinar el factor de seguridad de la ladera y por ende su probabilidad de falla, y el grado de afectación por exposición de los elementos bajo riesgo.

### 3.3.2.2 Registro Histórico de Procesos

Aunque para la construcción del registro histórico de eventos que han producido desastres en los barrios de interés, se tomo como base la información de diagnósticos y conceptos técnicos atendidos por la DPAAE, la consolidación del mismo fue imposible, bien porque (en algunos casos) los fenómenos no están adecuadamente clasificados, tanto por tipología como por actividad, datados o estudiados, o bien porque la localización geográfica era imprecisa. De esta manera, la información colectada se empleo como soporte de la definición de presencia-ausencia de los deslizamientos.

### 3.3.2.3 Inventario de Procesos Actuales

Como resultado del inventario de procesos de inestabilidad actuales se obtuvo una cartografía temática en formato digital de los diferentes eventos (**Plano 5**), diferenciados por tipología y actividad, y una base de datos correspondientes de los registros inventariados (FRM) con la ficha de campo.

**TABLA N° 3.2**  
**INVENTARIO DE PROCESOS**  
**DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS (Continuación)**

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Formato	No. del formato en donde se consignó la información.
Localidad	Localidad a la que pertenece el proceso inventariado
Barrio	Barrio al que pertenece el proceso inventariado
Estrato	Estrato del barrio
Sector	Sector en el que se presenta el proceso
Dirección	Dirección del predio más cercano al proceso
Nombre del sitio	Nombre con el que es conocido el proceso
Area afectada	Area afectada en hectáreas
Elevación	Elevación del proceso en metros sobre el nivel del mar
Zona	Zona: ladera natural, antigua escombrera, antigua explotación, basurero o ronda
Zona sísmica	Zona sísmica del sector
Estabilidad	Sí o no es estable el sitio
Tipo de proceso	Tipos: Reptamiento, deslizamiento, desprendimiento, flujo de material o torrente
Erosión	Sí o no presenta erosión el sitio
Superficial	Si la erosión es superficial puede manifestarse: difusa, surcos, cárcavas, zanjas, hondonada
Subsuperficial	Si la erosión es subsuperficial puede manifestarse: tubificaciones o cavernas
Fecha	Del levantamiento
Encuestador	Persona que realizó el levantamiento
Plancha topográfica	Plancha topográfica a la que pertenece el lugar
Plancha geológica	Plancha geológica a la que pertenece el lugar
Fotografías aéreas	Fotografías aéreas en las que aparece la zona
Número de casas	Número de casas afectadas por el proceso
Otras construcciones	Número de otras construcciones afectadas por el proceso
Vía principal	Afectación de vía principal: sí o no
Vía secundaria	Afectación de vía secundaria: sí o no
Alcantarillado 1	Afectación del alcantarillado: sí o no
Acueducto 1	Afectación del acueducto: sí o no
Puente-viaducto	Afectación de puente o viaducto: sí o no
Muros de contención	Afectación de muros de contención: sí o no
Otras estructuras	Cuáles otras estructuras afectadas
Implicaciones socioeconómicas	Si son: graves, pequeñas o nulas
Niños muertos	Número de niños muertos
Niños heridos	Número de niños heridos
Ancianos muertos	Número de ancianos muertos
Ancianos heridos	Número de ancianos heridos
Adultos muertos	Número de adultos muertos
Adultos heridos	Número de adultos heridos
Total muertos	Número total de muertos
Total heridos	Número total de heridos
Descripción general	Del proceso
Fecha última manifestación	Del proceso
Frecuencia	Del proceso: Cada estación lluviosa, cada año, cada __ años
Esquema o fotografía	Del proceso
Relleno	Relleno como tipo de material involucrado: Sí o no
Transportado	Suelo transportado como tipo de material involucrado: Sí o no
Residual	Suelo residual como tipo de material involucrado: Sí o no
Roca	Roca como tipo de material involucrado: Sí o no
Unidad geológica	En donde se desarrolla el proceso
Geoforma afectada	En donde se desarrolla el proceso
Pendiente regional	De donde se desarrolla el proceso
Niv1_Espesor	Para el nivel 1, el espesor en metros
Niv1_Tipo	Para el nivel 1, el tipo de material
Niv1_Consistencia	Para el nivel 1, consistencia del material
Niv2_Espesor	Para el nivel 2, el espesor en metros
Niv2_Tipo	Para el nivel 2, el tipo de material
Niv2_Consistencia	Para el nivel 2, consistencia del material: consistente, medio o blando
Niv2_Dureza	Para el nivel 2, dureza de Mohs del material: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ó 10
Niv2_Meteorización	Para el nivel 2, meteorización del material: 1, 2, 3, 4 ó 5
Niv2_Fracturación	Para el nivel 2, fracturación del material: 1, 2, 3, 4 ó 5
Niv3_Espesor	Para el nivel 3, el espesor en metros
Niv3_Tipo	Para el nivel 3, el tipo de material
Niv3_Dureza	Para el nivel 3, dureza de Mohs del material: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ó 10
Niv3_Meteorización	Para el nivel 3, meteorización del material: 1, 2, 3, 4 ó 5

**DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS (Continuación)**

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Niv3_Fracturación	Para el nivel 3, fracturación del material: 1, 2, 3, 4 ó 5
Niv4_Espesor	Para el nivel 4, el espesor en metros
Niv4_Tipo	Para el nivel 4, el tipo de material
Niv4_Dureza	Para el nivel 4, dureza de Mohs del material: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ó 10
Niv4_Meteorización	Para el nivel 4, meteorización del material: 1, 2, 3, 4 ó 5
Niv4_Fracturación	Para el nivel 4, fracturación del material: 1, 2, 3, 4 ó 5
Estratificación 1	Si la estratificación es favorable o desfavorable
Estratificación 2	El nivel de la estratificación reportada
Estratificación 3	El rumbo/buzamiento de la estratificación
Foliación 1	Si la foliación es favorable o desfavorable
Foliación 2	El nivel de la foliación reportada
Foliación 3	El rumbo/buzamiento de la foliación
Diaclasas 1	Si la diaclasa es favorable o desfavorable
Diaclasas 2	El nivel de la diaclasa reportada
Diaclasas 3	El rumbo/buzamiento de la diaclasa
Fracturas 1	Si la fractura es favorable o desfavorable
Fracturas 2	El nivel de la fractura reportada
Fracturas 3	El rumbo/buzamiento de la fractura
Fallas 1	Si la falla es favorable o desfavorable
Fallas 2	El nivel de la falla reportada
Fallas 3	El rumbo/buzamiento de la falla
Pliegues 1	Si el pliegue es favorable o desfavorable
Pliegues 2	El nivel del pliegue reportado
Pliegues 3	El rumbo/buzamiento del pliegue
Observaciones	Observaciones acerca de la información geológica
Hoya hidrográfica	En la cual se presenta el proceso
Área drenante sobre el talud	En hectáreas
Pendiente media de la cuenca	Pendiente promedio de la cuenca sobre el talud. En grados
Estación meteorológica	Nombre de la estación meteorológica.
Precipitación media anual	En la cuenca expresada en milímetros.
Meses de máxima precipitación	En la cuenca.
Acueducto	Acueducto: Existe, no existe o mangueras.
Alcantarillado	Acueducto: Existe, no existe o pozo séptico.
Tipo de alcantarillado	Tipos: Lluvias, negras, combinado o ambos.
Cobertura	Tipos de cobertura: Inculto, cultivado, edificación o vías.
Uso_Árboles	En caso de ser inculto, porcentaje del suelo cuya cobertura es de árboles.
Uso_Arbustos	En caso de ser inculto, porcentaje del suelo cuya cobertura es de arbustos.
Uso_Pastos	En caso de ser inculto, porcentaje del suelo cuya cobertura es de pastos.
Uso_Permanente	En caso de ser cultivado, porcentaje del suelo cuya cobertura es permanente.
Uso_Transitorio	En caso de ser cultivado, porcentaje del suelo cuya cobertura es permanente.
Uso_Rastrojo	En caso de ser cultivado, porcentaje del suelo cuya cobertura es permanente.
Uso_Madera,lat	En caso de que el uso del suelo sea edificación, porcentaje que corresponde a construcciones en madera y latas.
Uso_Material	En caso de que el uso del suelo sea edificación, porcentaje que corresponde a construcciones en "material".
Pavimento	En caso de que el uso del suelo sea pavimento, porcentaje que corresponde al área pavimentada
Agua superficial en el deslizamiento	Puede ser: chorros, manantiales, empozamientos, zonas de infiltración, zonas húmedas o seco
Agua superficial en el área aferente	Puede ser: chorros, manantiales, empozamientos, zonas de infiltración, zonas húmedas o seco
Agua subterránea	Puede encontrarse: superficial, colgada o profunda.
Profundidad del nivel freático	Profundidad aproximada del nivel freático expresada en metros.
Laminar	Erosión laminar: sí o no.
Difusa	Erosión difusa: sí o no.
Concentrada	Erosión concentrada: sí o no.
En caverna	Erosión en caverna: sí o no.
Diferencial	Erosión diferencial: sí o no.
Por socavación	Erosión por socavación: sí o no.
Por incisión	Erosión por incisión: sí o no.
Interna	Erosión interna: sí o no.
Ero_Estado1	Estado de la erosión: incipiente, media y avanzada.
Ero_Estado 2	Estado de la erosión: reciente o antigua
Ero_Litología	Litología como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Morfología	Morfología como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Inclinación del talud	Inclinación del talud como causa de erosión: Sí o no.

## DESCRIPCIÓN DE LOS CAMPOS DE LA BASE DE DATOS (Continuación)

CAMPO	DESCRIPCIÓN
Ero_Lluvias	Lluvias como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Incendios	Incendios como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Deslizamientos	Deslizamientos como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Deforestación	Deforestación como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Cultivos	Cultivos como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Riegos	Riegos como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Descarga A LI	Descarga de aguas lluvias como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Estructuras	Estructuras como causa de erosión: Sí o no.
Ero_Otras	Otras causas de erosión.
Tipo de talud 1	Tipo de talud antes del evento: uniforme o no uniforme.
Tipo de talud 2	Tipo de talud antes del evento: rectilíneo, cóncavo o convexo.
Tipo de talud 3	Tipo de talud antes del evento: ondulado o terracedo.
Tipo de talud 4	Tipo de talud antes del evento: natural o artificial.
Angulo del talud	Expresado en grados.
Rumbo	Rumbo del talud ( $\alpha$ )
Inclinación	Inclinación del talud ( $\beta$ )
Altura	Altura del talud (H) expresada en metros.
Longitud	Longitud del talud (L) expresada en metros.
Profundidad	Profundidad del talud (D) expresada en metros.
Altura escarpe principal	Altura del escarpe principal expresada en metros.
Ancho medio	Ancho medio del proceso expresada en metros.
Area del deslizamiento	Expresada en hectáreas.
Porcentaje deslizamiento con edificaciones	Porcentaje del deslizamiento en el que hay edificaciones.
Edad	Expresada en meses.
Forma planta	
Clasificación Varnes	Nombre, que en la clasificación de Varnes, recibe el proceso analizado.
Clasificación Sassa	Nombre, que en la clasificación de Sassa, recibe el proceso analizado.
Des_Actividad 1	Actividad del proceso: potencial, estabilizado o activo.
Des_Actividad 2	Actividad del proceso: incipiente, avanzado o colapsado.
Des_Litología	Litología como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Meteorización	Meteorización como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Fracturación	Fracturación como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Estructuras	Estructuras como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Agua subterránea	Agua subterránea como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Alta precipitación	Alta precipitación como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Sismo	Sismo como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Erosión hídrica	Erosión hídrica como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Erosión eólica	Erosión eólica como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Socavación	Socavación como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Sobrecarga sup	Sobrecarga superficial como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Excavación inf	Excavación inferior como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Corte	Corte como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Drenaje impedido	Drenaje impedido como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Descarga agua	Descarga de agua como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Deforestación	Deforestación como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Cultivos	Cultivos como causa del deslizamiento: Sí o no.
Des_Sobrepastoreo	Sobrepastoreo como causa del deslizamiento: Sí o no.
Fotointerpretación de varias épocas	Como exploración adicional, fotointerpretación de varias épocas: Sí o no
Levantamiento topográfico detallado	Como exploración adicional, levantamiento topográfico detallado: Sí o no
Levantamiento geológico detallado	Como exploración adicional, levantamiento geológico detallado: Sí o no
Geofísica	Como exploración adicional, geofísica: Sí o no
Perforación	Como exploración adicional, investigación subsuperficial con perforación: Sí o no
Barreno	Como exploración adicional, investigación subsuperficial con barreno: Sí o no
Apiques	Como exploración adicional, investigación subsuperficial con apiques: Sí o no
Mojones	Como exploración adicional, instrumentación con mojones: Sí o no
Piezómetros	Como exploración adicional, instrumentación con piezómetros: Sí o no
Inclinómetros	Como exploración adicional, instrumentación con inclinómetros: Sí o no
Ensayos de campo	Como exploración adicional, ensayos de campo: Sí o no
Ensayos de laboratorio	Como exploración adicional, ensayos de laboratorio: Sí o no
Reubicación inmediata	Como medida preventiva, reubicación inmediata: Sí o no.
Corto plazo	Medidas preventivas a corto plazo.
Largo plazo	Medidas preventivas a largo plazo.
Observaciones generales	Observaciones generales del inventario.



El inventario de procesos actuales contempla la cartografía de deslizamientos compuestos, rotacionales y traslacionales, caída de rocas, flujos de tierra y reptación de laderas, adicionalmente a los fenómenos de remoción en masa (FRM), se contemplaron los escarpes en zonas mineras, y en adecuación de viviendas (Tabla 3.1).

El mayor porcentaje de problemas de inestabilidad corresponde a los deslizamientos traslacionales (DT) con un 66.7% (equivalente a 18 cuerpos), seguidos por los flujos de tierra (FT) con 18.5% (5 cuerpos), deslizamientos rotacionales (DR) con el 11.1% y caída de bloques (CB) con el 3.7% (Figura 3.9), no obstante cabe destacar que si bien los flujos de tierra son comparativamente en numero reducido frente a los deslizamientos traslacionales, su influencia en área es muy similar.

En general, los fenómenos de inestabilidad son activos 14 unidades (al sumar los potenciales y activos) y pocos han alcanzado su estado de equilibrio estable (González, 1989), 5 cuerpos (Figura 3.8). Tienen profundidades máximas de 4 metros y ocupan áreas densamente urbanizadas, lo que implica altos niveles de riesgo. El material fallado involucra depósitos coluviales, suelos residuales y rellenos, y el principal agente detonante o reactivador es el hombre, gracias a la generación de vertimientos de agua o procesos de descarga; poca influencia puede atribuirse a la lluvia como elemento disparador, pero no puede sustraerse su papel como contribuyente importante.

Los principales procesos morfodinámicos, medidos por el nivel de riesgo (cualitativo) implícito a ellos, son: DT3-AA, DR1-AA, DT6-1E, DT9-AA, DT14-1E, DT5-1E. De ellos, el DT6 y el FT5, ocupan las mayores áreas de afectación indirecta, involucrando en conjunto cerca de 30 viviendas. El primero de ellos (DT6), corresponde a un deslizamiento traslacional con área aproximada de 1750 m<sup>2</sup>, ocupa parte de la ladera oriental de descenso a la calle 13A del barrio Triángulo, el material fallado esta integrado por restos de materiales coluviales, su espesor medio alcanza los 3 metros y probablemente (según los reportes de IFCAYA Ltda, 1988), fue activado por vertimientos de aguas sanitarias y lluvias. Recientemente la franja terminal del movimiento muestra evidencias de reactivación. El segundo fenómeno, FT5, se clasifica como un flujo de tierras, si bien su área es muy superior al proceso anterior 32.000 m<sup>2</sup>, sus consecuencias son inferiores, pues involucra 8 viviendas; el cuerpo del deslizamiento esta conformado por suelos residuales y coluviales traslocados y la superficie de falla alcanza una profundidad de 6.50 metros (de acuerdo con los resultados de las perforaciones).

Los deslizamientos DT3-AA, DT9-AA, DT14-1E y DR1-AA (Tabla 3.1 y anexo 2 Formato de campo), engloban en promedio de 4 a 7 viviendas por movimiento, en las zonas de afectación directa e indirecta; las áreas movilizadas no superan los 700 m<sup>2</sup> y no son inferiores a 100m<sup>2</sup>; las masas falladas no exceden los 3.50 metros de espesor. En general, estos fenómenos poseen actividad avanzada y se desconoce si tienen carácter retrogresivo y por ende su influencia real.

Los movimientos restantes a pesar de ocupar extensiones hasta de 700 m<sup>2</sup>, se han desarrollado en franjas menos pobladas, donde los escenarios de influencia encierran hasta dos predios. Al igual que los anteriores procesos, la profundidad de la masa inestable es baja (< 4 m) y los materiales fallados consisten principalmente de suelos residuales.

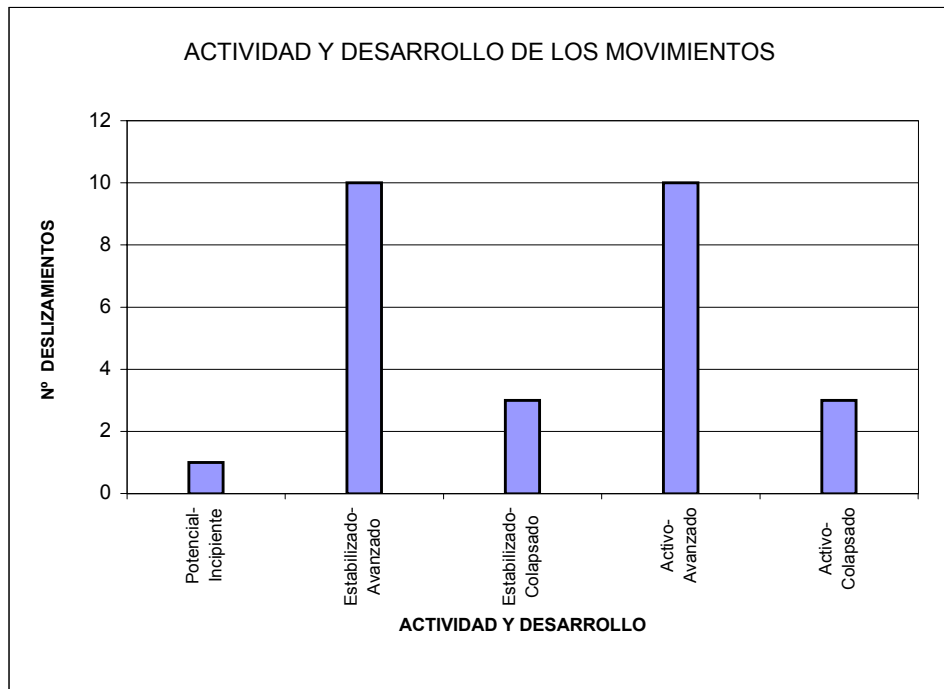
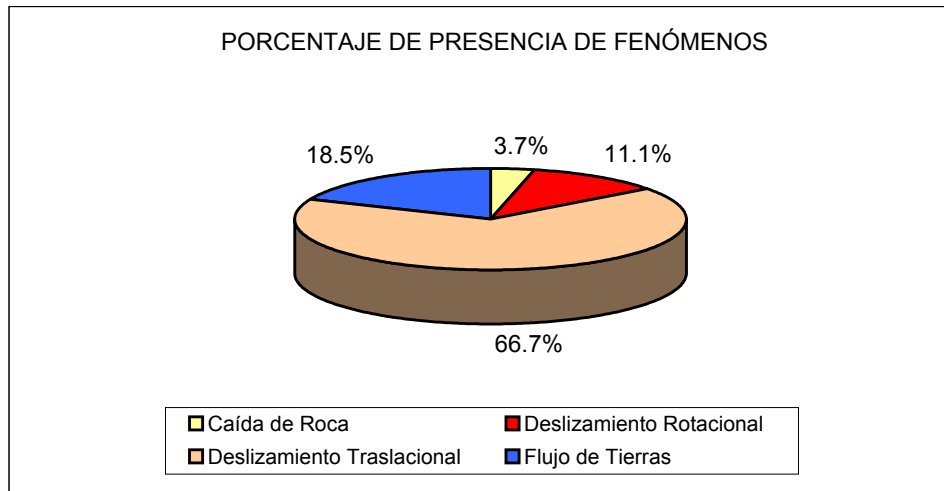
### 3.4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

El estudio hidrológico tiene como objetivos los siguientes:

- Describir el régimen temporal y espacial de la precipitación media anual,
- Determinar los aguaceros de corta duración

**FIGURA N° 3.9**

**RESULTADOS DEL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS**



- Determinar la influencia de la precipitación como agente detonante de los fenómenos de remoción en masa.
- Determinar la magnitud de la lluvia critica y su periodo de retorno que dispara deslizamientos.

### 3.4.1 Procedimiento de realización del Estudio

Para la realización del presente estudio se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Consulta de planchas topográficas y fotografías aéreas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi junto con estudios desarrollados en la zona.

Consulta en el IDEAM de la información hidrológica existente del área.

Consulta en la EAAB de las curvas IDF obtenidas con base en la información hidrológica de Bogotá para diferentes localidades.

Análisis hidrológico e hidráulico del área de estudio.

### 3.4.2 Marco Hidrológico General

El área de estudio se encuentra localizada en la cuenca de montaña del Río San Cristóbal, donde el río presenta un cauce torrencioso, los barrios Triángulo, Triángulo Alto y Corinto, se encuentran dentro del área aportante al Río; la zona presenta una precipitación muy fuerte y gracias a la cobertura vegetal existente y a las pendientes fuertes de las laderas casi toda se convierte en escorrentía natural generando tiempos de concentración muy bajos para la cuenca a la altura del cruce con la vía Oriente.

Para el análisis hidrológico se estudiará solamente el elemento climatológico precipitación, ya que es el principal agente de la erosión hídrica y uno de los factores detonantes de los fenómenos de remoción en masa.

### 3.4.3 Caracterización Climática Regional

Con el objetivo de establecer el comportamiento climático de la zona de estudio se tomó la información de la estación Tipo CO (Climatológica Ordinaria) de Venado de Oro del IDEAM, por ser ésta la más cercana y encontrarse a una altura muy similar a la del área de ejecución del proyecto. En la **Tabla 3.3** se presentan las características de dicha estación.

**TABLA 3.3**  
**CARACTERISTICAS DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE**  
**VENADO DE ORO**

<b>CODIGO</b>	2120558
<b>CUERPO DE AGUA</b>	BOGOTÁ
<b>COORDENADAS</b>	04-36 N – 74-04 W
<b>ELEVACION (msnm)</b>	2725
<b>MUNICIPIO</b>	STA FE BOGOTA
<b>PERIODO DE REGISTRO</b>	1980 – 1999
<b>DEPARTAMENTO</b>	CUNDINANARCA

- **Precipitación.** En la zona de estudio se presenta un régimen de precipitación caracterizado por lluvias de mediana intensidad y larga duración, debido a la localización del proyecto en un área cercana a la divisoria de aguas del sector sur-oriental de Santa Fe de Bogotá y a la influencia del ZCIT. Lo cual obedece a la formación de cinturones de nubes generados por la condensación del aire húmedo procedente de la Amazonia, durante el movimiento regular de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT: sector de la parte tropical donde convergen las masas de aire o corrientes de aire húmedo provenientes de los hemisferios norte y sur), y de otro lado por las Ondas del Este, procedentes del océano Atlántico Venezolano y noreste colombiano (Catatumbo), lo que sucede especialmente hacia los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

Dicha particularidad permite que exista una continuidad entre el invierno provocado por la ZCIT cuando baja en Abril-Mayo al Ecuador y cuando regresa hacia los meses de Octubre y Noviembre al Atlántico, generando en la zona andina un **Régimen bimodal** de precipitación.

En la estación Venado de Oro la precipitación promedio multianual alcanza un valor de 1093.5 mm, mucho mayor que en otras localidades de la ciudad con una distribución temporal que tiene su primer período húmedo entre los meses de Marzo, Abril y Mayo, siendo Abril el mes más lluvioso del período con 106.7 mm de precipitación media mensual multianual. Los meses de Octubre y Noviembre corresponden al segundo período de lluvias, siendo el mes de Noviembre el más extremo con 137.3 mm de precipitación media mensual multianual. El periodo más seco se vive durante los meses de Diciembre a Febrero siendo Febrero el de menor precipitación media mensual multianual con 61.6 mm (**Figura 3.10**).

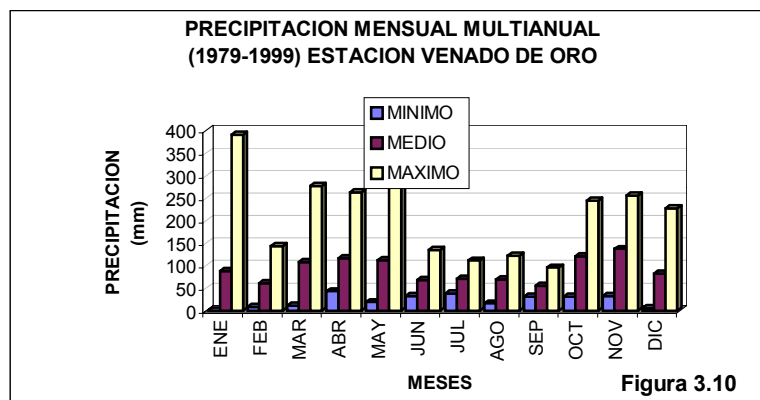
### 1.3.2 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

La forma más común de determinar los eventos de lluvia a usarse en un diseño es utilizar una tormenta de diseño que involucre una relación entre la intensidad de la lluvia, la duración y las frecuencias o períodos de retorno apropiados para la obra y el sitio. En muchos casos existen curvas calibradas IDF disponibles para muchos lugares, que fueron elaboradas con base a información de estaciones pluviográficas, las cuales registran eventos de tormenta continuos en el tiempo. Para la zona de estudio se compararon las curvas de la EAAB con los registros de precipitación de la estación más cercana del IDEAM a la zona, dadas las diferencias existentes entre los registro de precipitación máximos mensuales en 24 horas y las curvas IDF de la EAAB se procedió a generar las curvas generalizadas del área utilizando para ello el método de Kothia y Garde que utiliza la siguiente expresión.

$$I = \frac{0.65T_r^{0.22}}{t^{0.62}} (R_2^{24h})^{0.92}$$

Donde:

$T_r$  es el período de retorno en años,  $t$  es la duración del aguacero en horas y el  $R_2^{24h}$  es la precipitación máxima en 24 horas para un período de retorno de 2 años que se obtiene a partir de análisis de frecuencias de los datos de precipitación máxima en 24 horas tomados por el IDEAM en la estación Climatológica Ordinaria del Venado de Oro:

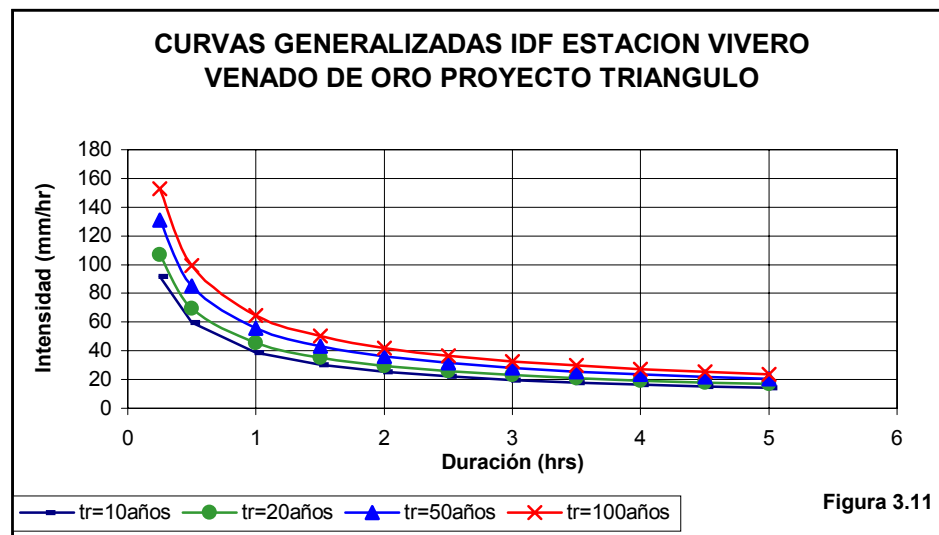


A partir de  $R_2^{24} = 49.3$  mm, se obtienen las curvas IDF para diferentes períodos de retorno, las cuales se resumen en la **Figura 3.11** y se consideran como más representativas para el área de estudio.

- **Hietogramas de Precipitación en la zona de estudio.** Con base en la información recolectada de las estaciones existentes en la zona del proyecto se elaboró el estudio hidrológico, para estimar los valores más probables de caudal en el sitio de interés.

Para la evaluación de las áreas en estudio, que tienen extensiones menores a 1 Km<sup>2</sup>, dadas las condiciones de las mismas, se definen como áreas pequeñas, característica que en sentido hidrológico indica que el caudal de escorrentía está influenciado principalmente por las condiciones físicas del suelo y la cobertura vegetal más que por las condiciones hidrológicas e hidráulicas de un cauce principal.

Los hietogramas de precipitación de diseño fueron generados por el método del bloque alterno utilizando las relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia generadas por el método de Kothia y Garde (1982). El hietograma de diseño producido por el método del bloque alterno especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total Td = nΔt. Después de seleccionar el período de retorno de diseño, la intensidad es leída de las curvas IDF para cada una de las duraciones, y la profundidad de la precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad por la duración. Tomando las diferencias entre los valores sucesivos de profundidad de precipitación, se determina la cantidad de precipitación que debe añadirse para cada unidad adicional de tiempo Δt. Estos bloques se ordenan a criterio del hidrólogo. Para el análisis del área se consideraron intervalos de tiempo de media hora con un aguacero de duración 4 horas, a partir de ellos se obtuvo el hietograma de precipitación total para los tres periodos de retorno considerados y que se muestran en la [Figura 3.12](#)

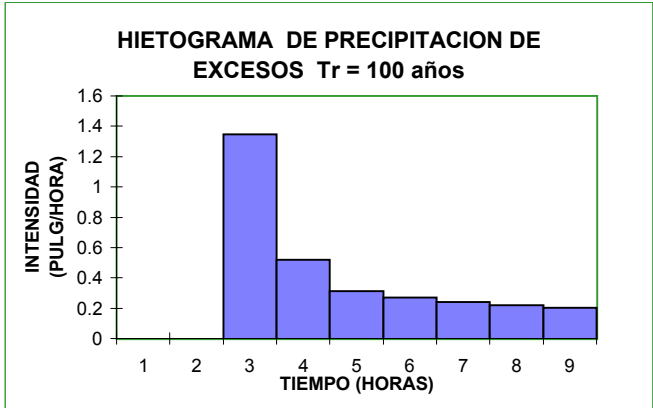
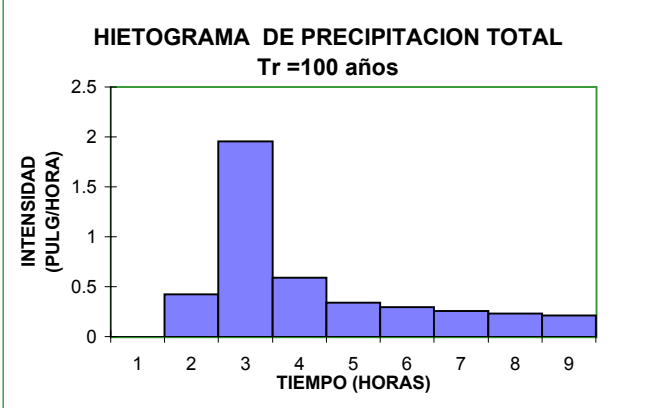
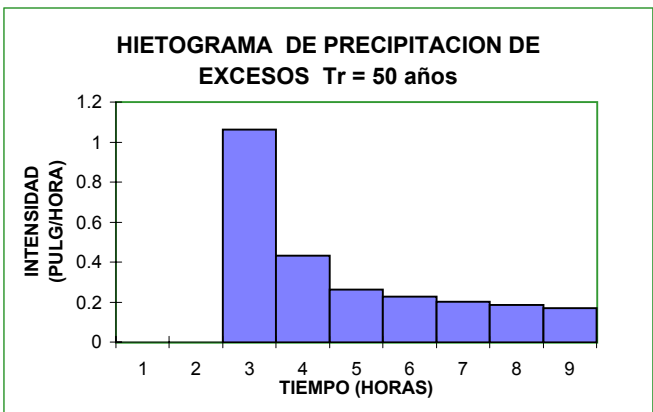
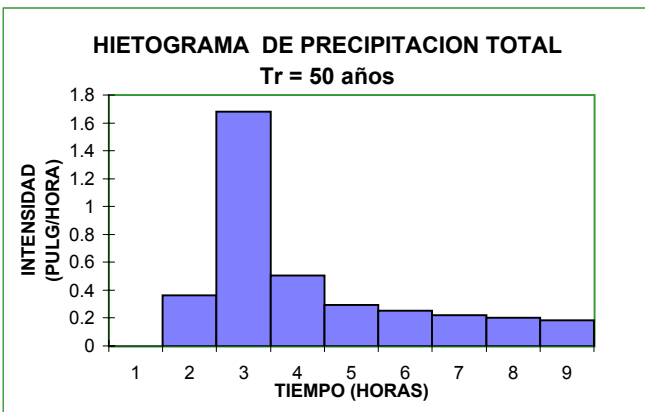
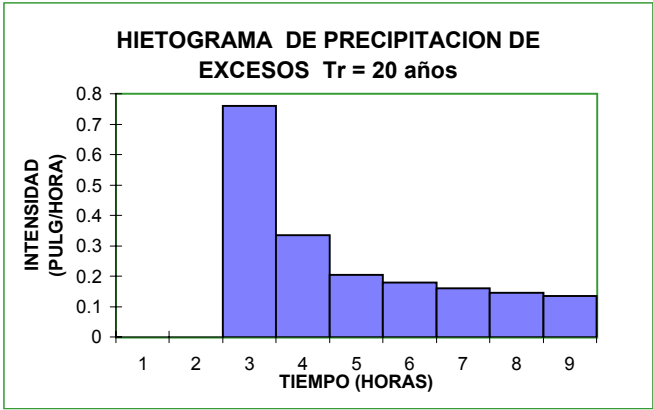
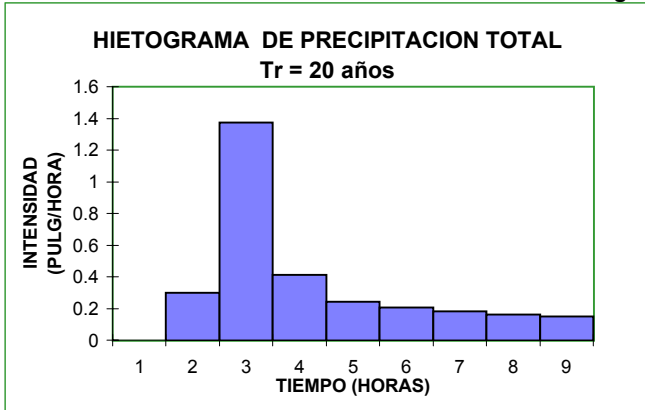


El hietograma de precipitación de excesos fue establecido mediante la aplicación del método del Soil Conservation Service (1972) que considera la precipitación de excesos como una función de la precipitación total y las abstracciones, las cuales representan la cantidad de lluvia que no se convierte en escorrentía directa, la siguiente expresión define la precipitación de excesos:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

donde, P es la precipitación Total, Pe es la precipitación de excesos y S son las abstracciones las cuales a su vez se obtienen de:

Figura 3.12



$$S = \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

En la cual CN es el número de curva que esta en función de la cobertura vegetal y el uso del suelo en la zona del proyecto; haciendo uso de los mapas temáticos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi e Ingeominas, se estima el valor del CN (número de curva) según la Tabla 5.5.2. del texto Hidrología aplicada de Ven Te Chow, propio de áreas abiertas residenciales del grupo hidrológico de suelos C, con un valor de 89.

Así, se obtiene:

$$S = (1000/89 - 10) = 1.24$$

En la [Figura 3.12](#) se resumen los hietogramas de precipitación total y precipitación efectiva.

- **Relación de Precipitación Crítica – Duración que Disparan Movimientos en masa.** Para determinar la relación precipitación crítica – duración se utilizó el “Estudio de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Inestabilidad del Terreno para Varias Localidades de Santafé de Bogotá” (INGEOCIM – UPES, 1998), realizado por la firma INGEOCIM Ltda para la Unidad de Atención y Prevención de Desastres (UPES) de Santafé de Bogotá.

En este estudio se encontró que la ciudad de Santafé de Bogotá se puede dividir en dos zonas a partir de la lluvia crítica y de la duración con las siguientes ecuaciones:

Zona Suroccidental

$$Ll_{crit} = 0.3609 * Llan$$

Cerros Orientales

$$Ll_{crit} = 12.6326 + 0.3609 * Llan$$

Donde:

$$Ll_{crit} = \text{Lluvia crítica en mm}$$

$$Llan = \text{Lluvia anual en mm}$$

Zona Suroccidental

$$D = 3.2829 * Ll_{crit}^{0.4157}$$

## CERROS ORIENTALES

$$D = 0.04923 * Ll_{crit}$$

Donde:

$$D = \text{Duración en días}$$

El sector de estudio corresponde a la zona de cerros orientales obteniéndose una precipitación crítica de 407.28 mm y una duración de 20 días. El análisis de registro multianual mensual de la zona de estudio

utilizando la Estación Venado de Oro, para un valor de precipitación de 407.28 mm se encontró un periodo de retorno de lluvia crítica de 25 años, que corresponde a una probabilidad de 4%.

De acuerdo con estos resultados, se puede concluir que los fenómenos de remoción en masa que ocurren en el sector no tienen como factor detonante principal la precipitación, ya que la probabilidad de ocurrencia de la precipitación crítica es muy baja. Sin embargo analizando los registros de precipitación máxima en 24 horas si existen valores que hacen suponer que está se puede constituir en un factor detonante de deslizamientos. Para efectos de diseño se sugiere trabajar con lluvias con un periodo de retorno superior o igual a 25 años con el objeto de asegurar la eficiencia de las obras a implementar.

### **3.5 INVENTARIO DE USO ACTUAL DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL**

El levantamiento de cobertura y uso del suelo puede ser definido como el análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada<sup>1</sup>. Su importancia se fundamenta en que la información obtenida durante el estudio de Zonificación de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa en los Barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto - Localidad de San Cristóbal, puede contribuir a la solución de problemas de interés para el hombre y su bienestar.

En este sentido, este levantamiento contiene información básica fundamental para estudios posteriores orientados hacia la planificación de uso del suelo, permitiendo definir así los siguientes elementos:

#### **3.5.1 Cobertura<sup>2</sup>:**

El término COBERTURA se aplica en un todo o en parte a algunos de los atributos de la tierra y que en cierta forma ocupan una porción de su superficie, por estar localizados sobre esta. Por otra parte la cobertura puede derivarse de ambientes naturales producto de la evolución ecológica, o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre.

#### **3.5.2 Uso del Suelo<sup>3</sup>:**

El termino USO se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, cíclica o permanentemente, para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales.

#### **3.5.3 Sistema de Clasificación Utilizado:**

La existencia de un sinnúmero de sistemas de clasificación, permite que de acuerdo al nivel de detalle del estudio, el consultor puede escoger el más adecuado y que se ajuste a los objetivos particulares de la zonificación; para el estudio de Zonificación de Riesgos por Fenómenos de Remoción en Masa en los Barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto - Localidad de San Cristóbal, se tomó como referencia el sistema de clasificación CIAF, el cual establece criterios de jerarquización de clases correspondientes a categorías menores de manera que estas son congruentes con los distintos niveles de detalle de un levantamiento de uso y cobertura del suelo.

La **tabla 3.4** muestra la leyenda y clasificación de uso y cobertura del suelo acorde con las distintas categorías y nivel de detalle.

<sup>1</sup> ANALISIS Y CLASIFICACION DEL USO Y COBERTURA DE LA TIERRA CON INTERPRETACION DE IMÁGENES. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Docencia e Investigación. Santa Fe de Bogotá, D.C, 1992, pp 3.

<sup>2</sup> Ibid, pp. 7.

<sup>3</sup> Ibid, pp. 7.



**Tabla 3.4**  
**Leyenda y Clasificación de Uso y Cobertura del Suelo<sup>4</sup>**

1°. NIVEL EXPLORATORIO	2°. NIVEL RECONOCIMIENTO	3°. NIVEL * SEMI-DETALLE	4°. NIVEL DETALLADO
1. Construcciones	A. Urbano	1. Residencial 2. Industrial 3. Comercial 4. Educativos 5. Recreativos 6. Vías 7. Rellenos y botaderos	Unifamiliares, multifamiliares, hoteles Textil, metalmecánica, transporte, artesanal, fabril Supermercados, tiendas, repuestos Colegios, escuelas, universidades Parques, cines Principal, de acceso, peatonal, otras De basuras, escombros, mixto, etc.
	B. Rural	1. Nucleado 2. Disperso	Caseríos, industrias, parques Viviendas, galpones, corrales, bodegas
2. Cultivos y parcelas	A. Perennes o semiperennes	1. Irrigados 2. No irrigados	Frutales, caña, cultivos comerciales Café, banano, palma de aceite, frutales, caña
	B. Temporales	1. Irrigados 2. No irrigados	Espigas, líneas, forrajes, habas, tomates, flores Espigas, líneas, barbecho, algodón
	C. Confinados	1. Horticultura 2. Flores 3. Viveros	Lechugas, repollos, rábanos, maíz Claveles, rosas, anturios
3. Vegetación herbácea descubierta	A. Pastizales naturales	1. Herbáceos 2. Arbustivos	Géneros, protección, pastoreo Géneros, características fisionómicas, estructura florística
	B. Potreros o dehesas	1. Irrigados 2. No irrigados	Leguminosas, gramíneas, especies Mezcla, especies
	C. Tundras o páramos	1. Herbáceos 2. Arbustivos	Géneros, especies Protección, pastoreo
4. Bosques y/o montes	A. Natural	1. Latifoliadas  2. Coníferas  3. Matorral	Protector, comercial, especies, dominancia, posición fisiográfica, densidad, composición estructural Protector, comercial, especies, dominancia, posición fisiográfica, densidad Protector, comercial, especies, dominancia, posición fisiográfica, densidad, composición estructural
	B. Plantado	1. Latifoliadas 2. Coníferas 3. Matorral	Protector, comercial, especies, densidad Protector, comercial, especies, densidad Protector, comercial, especies, densidad
5. Cuerpos de agua	A. Superficies libres	1. Natural 2. Artificial	Lagos, nieves, hielos, ríos, quebradas, arroyos Represas, dársenas
	B. Pantanos	1. Permanentes 2. Temporales	Hierbas, eutróficas, arbustos Hierbas, arbustos
6. Tierras eriales	A. Rocas expuestas	1. Masivos 2. Fragmentos	Escarpes, inselbergs Coluvios, debris
	B. Suelo desnudo	1. Erosión provocada 2. Erosión natural 3. Canteras y minas 4. Riberas y playas 5. Dunas	Surcos, cárcavas, remoción en masa Movimientos en masa Areniscas, arcillolitas, calizas, otros Gravas, arenas, turismo

**\* Para este estudio, se adicionaron en el 3°. Nivel de detalle las categorías Vías, subdividida en a) Principal, b) De acceso y c) Peatonal y la categoría Rellenos y Botaderos, subdividida en a) de basuras, b) de escombros y c) mixto; y para la categoría Residencial se crea una subdivisión así: a) Recuperación, b) Palafitos, c) Prefabricada y d) Estructurales, que a su vez se subdivide en 1) Con pórtico y 2) Sin pórtico.**

La clasificación consta de cuatro niveles categóricos que van de lo general a lo detallado y los cuales son correspondientes con los cuatro niveles de detalle mas usados en distintos tipos de levantamientos, a saber: 1) Exploratorio, 2) Reconocimiento, 3) Semi-detallado y 4) Detallado. Estos niveles tienen en cuenta los siguientes criterios: el nivel exploratorio, los tipos de cobertura; el nivel de reconocimiento, la

<sup>4</sup> Tomado y modificado de ANALISIS Y CLASIFICACION DEL USO Y COBERTURA DE LA TIERRA CON INTERPRETACION DE IMÁGENES. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Docencia e Investigación. Santa Fe de Bogotá, D.C, 1992, pp 25.

condición o cualidad de las clases del nivel 1; el nivel semidetallado, la dedicación, manejo o cualidad de las clases del nivel 2 y el nivel detallado, la función, identidad o cualidad de las clases del nivel 3.

La simbología utilizada es de fácil interpretación, extensión razonable y consistente, estructurada de la siguiente manera:

- **Nivel 1:** utiliza números arábigos o romanos de **1** a **6** únicamente (uno por clase)
- **Nivel 2:** utiliza letras mayúsculas desde la **A** hasta la **Z**, según el número de clases
- **Nivel 3:** utiliza números arábigos de **1** hasta **n**, según número de clases
- **Nivel 4:** utiliza letras minúsculas desde la **a** hasta la **z**, según el número de clases.

De acuerdo con lo anterior y según las clases agrupadas (**Plano 4**), el símbolo “**3A2**” significa que la clase que representa corresponde a un mapa de un nivel semidetallado, cuyas clases y subclases son: **3** vegetación herbácea, **A** pastizales naturales y **2** cubiertos de gramas, hierbas, arbustos y malezas.

#### **3.5.4 Descripción Generalizada del Uso de Suelo**

El uso del suelo para el área del proyecto (barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto), en la actualidad se ve influenciado por las condiciones climatológicas y topográficas, así como por la intervención del hombre, que en conjunto han generado procesos de degradación por disminución de la cobertura original, al punto que en algunas zonas los suelos han desaparecido por completo, evidenciándose el crecimiento urbano desordenado, las deforestaciones, los vertimientos incontrolados y los fenómenos de remoción en masa, los cuales potencializan la problemática y malestar de sus habitantes.

La zona se caracteriza por presentar diversos usos del suelo siendo predominantemente de ocupación urbana, la cual se desarrolla de forma desordenada y sin ningún tipo de especificación o normatividad constructiva.

El asentamiento humano allí establecido corresponde a los estratos 1 y 2, quienes han construido sus viviendas apostadas a lo largo de la vía de acceso (calle 15 B sur) de la cual se desprenden vías peatonales reducidas configurando un conjunto urbanístico subnormal curvilíneo y longitudinal desde la carretera de oriente (antigua salida a Villavicencio) hasta el ápice (divisoria de aguas) localizado en el extremo sur del barrio Corinto a 2.950 msnm.

La zona de estudio constituida por los barrios El Triángulo, Triángulo Alto y Corinto, se caracteriza por construcción de viviendas cuya tipología va desde la Vivienda de Recuperación hasta las viviendas Estructurales, pasando por las palafitas y prefabricadas en orden respectivo. Las viviendas construidas con materiales de recuperación, reportan mayor presencia hacia las partes altas y más alejadas de los barrios Corinto y Triángulo Alto, ocupando un 40% del área construida.

Los palafitos (viviendas cuyo material de construcción esencial es la madera) se localizan hacia las partes más inclinadas de la ladera, en los barrios Corinto y Triángulo Alto, ocupan el 10% del área construida.

Las viviendas prefabricadas ocupan el 10% del área construida y presentan una localización dispersa principalmente en el barrio Corinto. Las viviendas estructurales con y sin pórtico ocupan el 25% y 15% respectivamente del área construida y se localizan de manera concentrada en el barrio El Triángulo y parte baja del Barrio Triángulo Alto, mientras que en el barrio Corinto su localización es dispersa.

En cuanto a cobertura de Servicios Públicos Domiciliarios, aproximadamente el 85% de las viviendas cuentan con servicio de acueducto, el 15% restante toma el líquido de un nacedero localizado al suroccidente del área de estudio. En cuanto al alcantarillado aproximadamente el 20% carece de este

servicio, mientras que el 80% restante esta conectado a redes comunitarias dispersas que no reciben mantenimiento periódico y presenta en la actualidad rupturas que representan el vertimiento del fluido hacia la banca de la vía y laderas aledañas, hasta llegar al vertimiento final del agua a la Quebrada El Triángulo. De otra parte, mas del 90% de las viviendas disponen de servicio de energía, se cuenta además con alumbrado publico en la totalidad del área. Finalmente, no se cuenta con el servicio de recolección de basuras, por lo que estas son dispuestas en cualquier lugar, rompiendo con la estética del lugar; tampoco hay servicio telefónico.

Las zonas verdes no se conciben de la misma forma que al interior de la ciudad, pues las aquí existentes que ocupan un 40% del área total, están conformadas por vegetación herbácea, arbustiva y arbórea de porte alto, que si bien sirven de protección para el suelo, no permiten la presencia de áreas libres y planas para las practicas recreativas y deportivas de los habitantes de la zona.

En términos generales la cobertura y uso del suelo esta determinada por el grado de intervención a que esta expuesta el área, ya que el crecimiento urbanístico continua y con él la remoción de la cobertura y el aprovechamiento de los recursos.

### **3.5.5 Zonificación de cobertura y uso del suelo**

Con base en los criterios de clasificación propuestos por el CIAF y el reconocimiento de campo, para el presente estudio se establecen las siguientes unidades de cobertura y uso del suelo:

#### **1 Construcciones o edificaciones:**

Se denominan así todas aquellas obras hechas por el hombre para su servicio y beneficio, presentan un arreglo geométrico característico, según su dedicación.

**1A1a.** Construcciones urbanas, tipo residencial unifamiliar, construidas principalmente con materiales de recuperación como plástico, cartón, lata, lona y madera entre otros, algunas cuentan con servicios de acueducto y energía, ocupan el 40% del área construida, predominando esta ocupación en los barrios Corinto y Triángulo Alto.

**1A1b.** Construcciones urbanas, tipo residencial unifamiliar, construidas principalmente en madera y algunos materiales de recuperación, reciben el nombre de palafitos y se caracterizan por estar construidas sobre laderas de pendientes fuertemente inclinadas, para lo cual utilizan soporte en madera que garantizan su estabilidad, algunas cuentan con servicios de acueducto y energía, ocupan el 10% del área construida, predominando esta ocupación en los barrios Corinto y Triángulo Alto.

**1A1c.** Construcciones urbanas de tipo residencial unifamiliar prefabricadas que constan de un entramado metálico, placas de concreto y tejas de eternit, la gran mayoría de estas viviendas cuentan con servicios de acueducto y energía, ocupan el 10% del área construida, predominando esta ocupación en los barrios Corinto y Triángulo Alto.

**1A1d1.** Construcciones urbanas de tipo residencial unifamiliar y multifamiliar, construidas principalmente con materiales convencionales ladrillo, bloque, mezcla de arena cemento, concreto, poseen estructuras de cimentación y soporte tales como vigas y columnas (pórtico), cuentan con servicios de acueducto, energía y algunas con teléfono, ocupan el 25% del área construida, predominando esta ocupación en el barrio El Triángulo.

**1A1d2.** Construcciones urbanas de tipo residencial unifamiliar y multifamiliar, construidas principalmente con materiales convencionales ladrillo, bloque, mezcla de arena cemento, concreto, no poseen estructuras de cimentación y soporte tales como vigas y columnas (pórtico), cuentan con servicios de acueducto, energía y algunas con teléfono, ocupan el 15% del área construida, predominando esta ocupación en el barrio El Triángulo.

**1A3.** Construcciones urbanas destinadas para el establecimiento de actividades comerciales tales como supermercados, tiendas, remontadoras de calzado, estas edificaciones cuentan con servicios de acueducto, energía y algunas con teléfono, ocupan de manera dispersa el área objeto de estudio y se entremezclan con las demás tipologías.

**1A4.** Construcciones urbanas destinadas para la prestación de servicios de educación y guardería para la población infantil de los barrios localizados en la parte alta del área de estudio (Corinto, Manantial y Triángulo Alto), los habitantes del sector cuentan con la escuela del barrio Manantial (ubicada fuera del área de estudio).

**1A5.** Construcciones urbanas cuya finalidad principal es la de brindar a los pobladores de la zona espacios para la recreación, prácticas deportivas y el desarrollo psicomotriz de los infantes. Esta unidad se localiza en la parte alta del barrio El Triángulo y en el sector central del barrio Triángulo Alto, los habitantes del área cuentan con un escenario deportivo en muy malas condiciones que se localiza junto a la escuela del barrio Manantial (fuera del área de estudio).

**1A6a.** Construcciones urbanas cuyo fin principal es servir de conector (vía principal) entre el barrio y el resto de la ciudad, recibe el nombre de carretera de oriente y por ella transitan diariamente vehículos particulares, de carga y de servicio publico que cumplen con sendas rutas de viaje, facilitando así el desplazamiento de los habitantes de la zona desde y hasta sus sitios de trabajo o estudio.

**1A6b.** Construcciones urbanas cuyo fin principal es servir de acceso o puente entre la vía principal y los barrios El Triángulo, Triángulo Alto, Manantial (fuera del área de estudio) y Corinto, esta vía destapada con 1600 metros de longitud, 5 metros de ancho promedio, presenta un deterioro acentuado debido a las deficientes condiciones del afirmado y las pésimas condiciones de drenaje, ya que actúa como colector de los incontrolados vertimientos de aguas lluvias, residuales y domesticas que se hacen a lo largo de su recorrido desde la parte alta (barrio Corinto) hasta la mas baja (barrio El Triángulo), infiltrándose en su recorrido e incrementando así los problemas de inestabilidad de la banca.

**1A6c.** Construcciones urbanas cuyo fin principal es servir de conector entre la vía de acceso y las manzanas de los respectivos barrios, estas vías en su gran mayoría destapadas, tienen un ancho promedio de 2 metros, suficientes para el transito peatonal y el libre acceso de cada habitante a su respectiva residencia, estas vías se distribuyen alrededor de las distintas manzanas.

**1A7a.** Construcciones urbanas cuyo fin principal es servir de sitio para disposición de basuras domesticas como: papel, cartón, plástico, vidrio, retal de madera, metal, residuos orgánicos, materiales desechables, los cuales son dispuestos desordenadamente y sin ninguna especificación técnica, ni sanitaria, generando de esta forma mal aspecto visual y estableciendo focos de infección y contaminación para el área de estudio y zonas aledañas. Se localizan puntualmente en la parte alta y baja del barrio Corinto, parte alta del barrio Triángulo Alto y parte baja del barrio El Triángulo.

**1A7b.** Construcciones urbanas cuyo fin principal es servir de sitio para disposición de escombros (desechos de construcción y demolición) y materiales estériles producidos durante la extracción en canteras, estos depósitos por lo general se van consolidando en la medida que se aumenta el volumen, pero

no ofrecen garantía alguna de estabilidad, pues están expuestos a sufrir colapsamientos debido al deficiente manejo de la escorrentía superficial y la heterogeneidad de los materiales. Esta unidad se localiza en la parte baja de la cantera, parte alta del barrio El Triángulo y parte baja del barrio El Triángulo.

**1A7c.** Son construcciones urbanas que corresponden a la combinación de las dos unidades anteriores, se encuentran desprovistos de material vegetal y constituyen a la vez focos de contaminación para el sector donde se localizan.

## **2. Cultivos y parcelas:**

Agrupar todos aquellos elementos inherentes a las actividades culturales que el hombre realiza en el campo en busca de alimento y abrigo.

**2C1.** Corresponde a zonas de cultivos y parcelas confinadas donde se practica la horticultura de subsistencia principalmente legumbres, hortalizas, plantas medicinales y maíz.

## **3. Vegetación herbácea descubierta:**

Agrupar toda aquella vegetación de carácter herbáceo no leñoso que se considera dominante en términos de porcentaje de ocupación de la superficie de la tierra, con relación a otros estratos vegetales arbustivos o arbóreos.

**3A1.** Corresponde a vegetación herbácea descubierta constituida por pastos naturales destinados permanentemente para la protección del suelo y rara vez para labores de pastoreo menor de cabras y ovejas, esta unidad ocupa un 30% del área de estudio.

**3A2.** Corresponde a vegetación herbácea descubierta constituida por pastos naturales con arbustos de porte mediano a bajo como el retamo y el chilco, destinados permanentemente para la protección del suelo y rara vez para labores de pastoreo menor de cabras y ovejas, esta unidad ocupa un 20% del área de estudio.

## **4. Bosque y montes:**

Agrupar todas aquellas coberturas vegetales cuyo estrato dominante, esta conformado principalmente de especies con tallo o tronco leñoso.

**4A1.** Corresponde a una vegetación de bosques y/o montes naturales compuestos principalmente por especies arbustivas de porte medio que cumplen una función de protección del suelo y de la fauna presente, se caracteriza por su heterogeneidad estructural y diversidad florística, esta unidad ocupa un 20% del área de estudio.

**4A3.** Corresponde a una vegetación de bosques y/o montes naturales compuesto principalmente por matorrales que cumplen una función de protección del suelo y de la fauna presente, se caracteriza por su heterogeneidad estructural y diversidad florística, esta unidad ocupa un 20% del área de estudio.

**4B1.** Corresponde a una vegetación de bosques y/o montes plantados compuestos principalmente por parcelas indefinidas de eucaliptos de gran tamaño (superior a los 15 metros de altura) que se encuentran delimitando el predio aledaño al área de estudio localizado al oriente de la misma, la parte noroccidental de la zona de cantera y una franja central localizada al occidente de la vía de acceso, esta unidad ocupa un 8% del área de estudio, su elevada densidad de siembra tiene el propósito de proteger el área y permitir el refugio de aves silvestres y de rapiña.

## 5. Cuerpos de agua:

Considera las superficies y volúmenes de agua estática o de movimiento lento, sin vegetación o con vegetación, que reposan sobre la superficie terrestre. A pesar de que se exceptúan de esta categoría los caños, quebradas, ríos, saltos, que son considerados como dato topográfico, para el presente estudio se involucra como una unidad de cobertura, pues el nivel de detalle lo permite.

**5A1.** Corresponde a la superficie libre de origen natural denominada quebrada El Triángulo o zanjón El Triángulo, la cual constituye el límite oriental de la zona de estudio, actualmente sus orillas se han convertido en el lugar propicio para la disposición de las basuras generadas por los habitantes del sector, lo cual representa un foco de contaminación y punto de proliferación de enfermedades, este cauce recoge las aguas superficiales (pluviales y domésticas) provenientes de la ladera y las conduce hasta el río San Cristóbal.

**5A2.** Corresponde a superficies libres de origen artificial representados por los diferentes zanjones y canales construidos, cuya función es la de coleccionar y conducir las aguas residuales domésticas y pluviales de los tres barrios del área de estudio, hasta el cauce del zanjón El Triángulo, estos canales se distribuyen principalmente a los lados de la vía de acceso, actuando como cunetas laterales de la misma, sin ningún tipo de revestimiento, con dimensiones irregulares a lo largo del recorrido y sin ninguna estructura de disipación de energía, condiciones que favorecen sustancialmente el proceso de infiltración e inestabilidad en la banca y potencializa la ocurrencia de fenómenos de remoción por el incremento en la saturación de agua de los materiales presentes.

## 6. Tierras Eriales:

De acuerdo con el significado del término erial, a esta clase corresponden todas aquellas superficies de tierra sin capacidad para ser cultivadas y labradas, no quiere esto decir que por no ser agrícolamente productivas, estas tierras o superficies deban ser consideradas estériles o inútiles para el hombre.

**6A1.** A esta unidad corresponden aquellas áreas en donde la roca expuesta de la Formación Bogotá (Tpb), principalmente los niveles de areniscas conforman escarpes pronunciados de gran altura que contrastan con la pendiente más o menos regular que caracteriza la ladera objeto de estudio, las principales manifestaciones de esta unidad se localizan hacia el costado sur occidental y occidental de la zona de estudio, en la parte alta de los barrios Corinto y Triángulo Alto, ocupando un 5% respecto del área total.

**6A2.** Corresponde a las áreas donde la roca por efecto de la meteorización química y mecánica y bajo la influencia de otros factores se descompone, disgrega y dispersa, formando extensiones de fragmentos (cantos y bloques) angulares a subangulares embebidos en una matriz que han sufrido movimientos gravitacionales a lo largo de superficies suavemente inclinadas y se encuentran cubiertos por una vegetación herbácea o arbustiva de porte bajo. De acuerdo con la zonificación esta unidad se localiza puntualmente en la zona alta del barrio Triángulo Alto, parte alta y media del barrio El Triángulo, ocupando un 5% del área total de estudio.

**6B1.** Pertenecen a esta categoría los suelos desnudos generados por la erosión antrópica o provocada y a la cual pertenecen la mayoría de los procesos de remoción en masa del inventario morfodinámico, esta unidad se caracteriza por el alto grado de ingerencia de la actividad humana en el proceso de ocupación de la ladera, en el cual se ha removido completamente la capa vegetal, acrecentando procesos de erosión como surcos, cárcavas y remoción en masa.

**6B2.** Pertenecen a esta categoría los suelos desnudos generados por algunas formas de erosión natural tales como movimientos en masa, es decir grandes deslizamientos y derrumbes en donde las capas superiores de cobertura y suelo dejan al descubierto el material parental, esta unidad podría en algún momento semejarse a la anteriormente descrita, diferenciándose únicamente en la no-intervención de la mano del hombre.

**6B3.** Corresponde a zonas dedicadas a la extracción a cielo abierto de recursos minerales de uso general como la arenisca (material de construcción), se caracteriza porque la cobertura vegetal ha sido removida en su totalidad, dejando al descubierto los materiales a extraer. Esta unidad se expone hacia la parte media del flanco occidental de la zona de estudio, actualmente se encuentra inactiva ocupa un área que corresponde al 7% del total estudiado y esta constituida por las unidades 6A1 y 6B1.

### 3.6 FACTOR ANTROPICO

El cambio de uso del suelo en áreas urbanas resulta por lo general benéfico para la estabilidad del área, siempre y cuando se realicen las obras de infraestructura de forma adecuada. De lo contrario, el cambio de uso se ve acompañado por un aumento en la vulnerabilidad de la comunidad y de la generación de procesos de inestabilidad, los cuales ponen en riesgo a la población y en muchos casos su ocurrencia termina en desastre.

La intervención del hombre sobre el medio físico puede considerarse como agente contribuyente o detonante de procesos de inestabilidad del terreno: su acción se refleja en la deforestación, en cambios morfológicos, en intervención sobre los drenajes naturales y en sobrecargas.

#### 3.5.1 Determinación de Variables

El análisis del factor antrópico pretende cuantificar los efectos sobre la ocurrencia de Fenómenos de Remoción en Masa, por sobrecarga y descarga de las laderas por infiltración de agua de escorrentía y por modificación del drenaje. A continuación se exponen los elementos utilizados para la evaluación de cada una de estas.

- **Sobrecarga.** La sobrecarga de los taludes por acción del hombre la generan los rellenos y las edificaciones. Para el área de estudio se realizó un inventario de procesos de inestabilidad actuales como rellenos, zonas de actividades mineras transformadoras, donde se presenta disposición de estériles en forma aleatoria y sin ningún control técnico. Las edificaciones se encuentran a nivel de manzanas en el mapa base, teniendo como característica principal para su construcción la excavación y relleno como norma de adecuación del lote urbanizado.
- **Descarga.** La descarga de los taludes naturales se manifiesta en las excavaciones mineras, cortes de vías y cortes para edificaciones. La descarga de mayor magnitud y severidad se produce en la cantera de explotación de materiales.

En la parte sur del barrio El Triángulo, esta ubicada una antigua cantera de explotación de materiales arcillosos de propiedad de Tubos Moore, esta arcilla es utilizada para la fabricación de tubos, tejas y ladrillos.

Durante el inventario de procesos actuales, se identifico que en el área de la cantera se han dispuesto taludes con pendientes elevadas, sin reconformar, además se aprecia un alto grado de fracturación de los materiales, disposición de una zona de botadero de estériles, vertimiento de aguas sanitarias sobre el área

de la cantera, haciendo de esta área muy susceptible a desarrollar procesos tales como caída de bloques, flujos y deslizamientos.

- **Infiltración de Aguas.** Uno de los aspectos que más aporta al incremento del contenido de humedad de los materiales que conforman el área de estudio, es el vertimiento de las aguas sanitarias en las partes altas, a lo largo de las vías de los barrios sin consolidar y sobre las laderas de los cauces. Las redes internas de los barrios de interés sufren rupturas debido a la mala instalación, envejecimiento y desgaste, ocasionando infiltración de agua a presión, produciendo la alteración del material subyacente y disparando fenómenos de remoción en masa.

Las áreas desprovistas de cobertura vegetal proporcionan gran cantidad de sedimentos que son arrastrados hacia las partes bajas.

Los pobladores de los barrios Triángulo, Triángulo Alto y Corinto se abastecen de agua para el consumo, interceptando la red matriz o captando corrientes naturales y transportándola a través de mangueras, actualmente la mayor parte de este servicio no está legalizado ante la empresa de acueducto y alcantarillado. Es normal que las mangueras sufran rupturas y que constantemente estén aportando agua a los materiales a lo largo de su recorrido.

En el área de estudio, los pobladores de los barrios, en su gran mayoría, han construido sectores de alcantarillado comunitario, en tramos cortos y luego se interrumpe vertiendo las aguas a las vías y finalmente a la Quebrada El Triángulo. Las redes de alcantarillado presentan deficiencias técnicas, escasa capacidad hidráulica y mantenimiento deficiente, lo que repercute en rupturas frecuentes u obstrucciones en las redes y por consiguiente la generación de sectores de infiltración.

Las vías existentes están sin pavimentar lo cual facilita que las aguas que corren libremente sobre ellas se infiltren en especial en sectores donde se reduce la pendiente topográfica, mientras en zonas de pendiente mayor el agua produce erosión de las superficies desnudas.

Para evaluar el incremento de la infiltración por acción del hombre se establecen áreas según la forma de abastecimiento de agua potable, de manejo de aguas sanitarias y el tipo de cobertura en las zonas urbanas.

- **Modificación del Drenaje.** La modificación del drenaje más severa se aprecia en las áreas de invasión del área de la ronda de las corrientes por construcciones y zonas de Botaderos de material de construcción (mixtos) y basureros.
- **Zonas de Vegetación.** La vegetación herbácea (pastos naturales) y de montes y bosques, constituida principalmente por matorrales y eucaliptos, hacen la función de protección del suelo y permiten el refugio de aves silvestres.

Para la elaboración del mapa de factor Antrópico se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación y análisis de información secundaria
- Toma de información y cartografía de las zonas de actividad minera, tipos de redes de agua potable y aguas servidas y tipos de vías.
- Elaboración de los mapas temáticos de base
- Elaboración del mapa de factor Antrópico
- Análisis de la información



Con la información obtenida se hizo un análisis paramétrico para el área de estudio de las variables estudiadas y se obtuvo una sectorización de acuerdo a la afectación del medio físico por actividad, sobre las unidades del mapa geomorfológico:

- **Ladera Coluvial.** De topografía con pendiente plana a suavemente inclinada; sobre la cual, existe una manzana de viviendas tipo estructural de uno y dos niveles, bien definido, el abastecimiento de agua potable proviene de conexiones clandestinas a la red matriz, redes en condiciones técnicas aceptables tienen baja probabilidad de sufrir rupturas y/o fugas; el sistema de alcantarillado comunitario desemboca en la red principal de la EAAB, por lo anterior no se prevé que se produzca vertimientos de aguas sanitarias a la vía. Este sector se considera de grado medio de intervención antrópica en las zonas habitadas, caracterizado por un sistema de recolección combinado y de grado bajo de intervención antrópica en zonas no habitadas.
- **Ladera Coluvial Reciente.** La morfología está configurada por pendientes moderadamente inclinadas, se aprecian procesos de reptación y deslizamientos traslacionales activos e inactivos producto de la acción del agua (infiltración y lluvias), el desconfinamiento general de los niveles de roca y la acción de las excavaciones y rellenos (en la construcción de viviendas y vías de acceso); No obstante, la más clara acción denudativa la ejercen la escorrentía superficial emanada de las viviendas aledañas a esta unidad y las infiltraciones de aguas lluvias. En esta unidad se considera que la intervención antrópica es de grado alto debido a la ejecución de corte y relleno, no posee sistemas de recolección de aguas lluvias y el sistema combinado de recolección de aguas negras.
- **Ladera Coluvial Intermedia.** Se caracteriza por una morfología de pendientes moderadas a fuertemente inclinadas, el proceso morfodinámico más relevante es la reptación y los principales agentes modeladores son: infiltración subsuperficial de aguas lluvias, la escorrentía superficial (lluvias, sanitarias y de acueducto) originadas en la franja urbanizada y que discurren por las vías; en la parte alta de estas laderas la intervención antrópica es muy baja y se define por procesos de deforestación y siembra de pastos y bosques; en la parte media de la ladera la intervención antrópica se considera de grado bajo debido a los procesos de corte y relleno de zonas no habitadas, mientras en la parte baja el grado de afectación es medio debido a vertimientos de aguas y relleno de escombros en zonas no habitadas.
- **Ladera Coluvial Antigua.** De morfología con pendiente suave a moderadamente inclinada; sobre la cual se ha construido un asentamiento de viviendas de tipo estructural, distribuidas en tres manzanas bien definidas, comunicadas por la vía de acceso al barrio Corinto; para la construcción de viviendas se ha realizado corte y relleno del terreno, el agua potable es tomada a través de conexiones a la red matriz, estas redes en condiciones técnicas deficientes tienen alta probabilidad de sufrir rupturas y/o fugas; el sistema de alcantarillado comunitario es deficiente hidráulicamente, por lo anterior se produce vertimientos de aguas sanitarias a la vía sin pavimentar, causando erosión en surcos e infiltración y finalmente rebosan sobre las laderas produciendo deslizamientos de las laderas antes de alcanzar la quebrada Triángulo, esta unidad se considera de grado alto de intervención antrópica en las zonas habitadas, mientras en la vía posee un bajo grado de intervención antrópica caracterizado por procesos de corte y relleno en zonas no habitadas.
- **Taludes Antrópicos de Rocas.** La morfología es escarpada, esta conformada por una ladera regular, en su extremo sur, y un talud irregular en la parte nororiental, de una antigua cantera de explotación de materiales arcillosos para la fabricación de tejas, ladrillos y tubos de propiedad de Tubos Moore. Se aprecian procesos de erosión diferencial y erosión en surcos, además el vertimiento de aguas sanitarias directamente sobre la ladera sur y la escasa reconformación de los taludes de explotación, pueden incrementar los procesos de remoción en masa. En esta unidad, la intervención antrópica se considera baja por la presencia de procesos de corte y relleno en zonas no habitadas.

- **Patio de Explotación de la Cantera.** La morfología característica corresponde a una zona de pendiente plana a suavemente inclinada; el patio de la cantera de tubos Moore y el patio localizado en el costado suroriental del barrio El Triángulo; se presenta erosión en surcos sobre los niveles litológicos aflorantes, el principal agente modelador de las superficies lo ejerce la escorrentía superficial proveniente de aguas lluvias, sanitarias y de acueducto, del área urbanizada del barrio Triángulo Alto y de la Calle 16 A sur del barrio El Triángulo. La intervención antrópica de estos sectores se considera de grado bajo por procesos de corte y relleno en zonas no habitadas y de grado medio por vertimiento de aguas.
- **Ladera Estructural de Roca.** De morfología escarpada a fuertemente inclinada, en esta ladera se aprecia caída de bloques, deslizamientos traslacionales y flujos de suelo; el uso del suelo es básicamente de pastos protectores de los suelos, la infiltración de aguas lluvias es frecuente por la zona de recarga del acuífero, localizada en la parte alta de la unidad. La intervención antrópica de considera de grado bajo a muy bajo, debido a procesos de deforestación y siembra de pastos y bosques y rellenos aislados de escombros.
- **Ladera de Suelo Residual.** Morfológicamente se caracteriza por una zona de pendiente suave a moderadamente inclinada; se aprecian procesos de remoción en masa que puedan afectar la estabilidad de las viviendas. En este sector se presenta asentamiento de viviendas, de tipo estructural, mixto y de recuperación, con un sistema de alcantarillado comunitario deficiente hidráulicamente, que pueden dar origen a procesos de inestabilidad. La intervención antrópica es de grado alto debido a zonas de corte o relleno que no poseen sistema de recolección de aguas lluvias y el sistema combinado de recolección de aguas negras.
- **Ladera Cóncava de Suelo Residual.** De morfología suave a moderadamente inclinada; se aprecian procesos incipientes de remoción en masa causados por excavación y rellenos inadecuados para la reconformación del terreno durante la construcción de las viviendas; y por aguas superficiales (lluvias). La intervención antrópica de esta unidad es de grado alto a muy alta, debido a zonas de corte o relleno que no poseen sistema de recolección de aguas lluvias, vertimientos de aguas lluvias y negras.
- **Ladera de Flujo de Suelos.** Morfológicamente se circunscribe en planos rugosos e irregulares, con lóbulos frontales escarpados, de pendiente suave a moderadamente inclinada; caracterizada por la presencia de flujos de suelos. Esta unidad se caracteriza por un grado medio de intervención antrópica en zonas deshabitadas con vertimientos de aguas negras y lluvias.

## 4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

### 4.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

La investigación geotécnica fue direccionada por las características de la zona, demarcada en la contrapendiente estructural y definida en depósitos gravitacionales, de suelo residual y antrópicos, que cubren ampliamente el dominio de los macizos rocosos, los cuales tan solo se aprecian en las divisorias de agua.

Todo este conjunto reveló la necesidad de formular un plan de trabajo mixto, que conjugara la exploración directa mediante trincheras (columnas estratigráficas) y sondeos mecánicos, y la prospección con levantamientos estructurales. Con relación al primer tópico se levantaron cuatro (4) columnas estratigráficas en toda la zona y dieciocho (18) perforaciones que cobijaron no sólo los principales cuerpos de deslizamiento, sino el contexto completo de las unidades geomorfológicas y de los materiales que constituyen la secuencia estratigráfica. Con el segundo tópico se pretendió facilitar la clasificación del macizo y determinar la influencia de las discontinuidades en la estabilidad de los taludes existentes.

Las perforaciones se llevaron a cabo con equipo mecánico de percusión y lavado hasta el contacto con el sustrato rocoso; realizando ensayos de penetración estándar cada 1.5 metros o en los diferentes horizontes. La toma de muestras se realizó con muestreadores de pared delgada (tubo shelby) bien en los cambios de material o en donde se considerara pertinente. Paralelo con el avance se adelantaron ensayos de penetración estándar (SPT), cada 1.5 metros o en los diferentes horizontes, si el registro así lo indicaba. Esta prueba in situ sirvió de soporte para la caracterización geomecánica del cuaternario.

Durante el levantamiento estructural se tomó información de las familias de discontinuidades, identificando orientación, separación, abertura, tipo de relleno, rugosidad y persistencia de las familias principales y secundarias. Con estos elementos se determinaron parámetros como el índice del tamaño del bloque, el control volumétrico de diaclasas ( $J_v$ ), el RQD y el JRC, importantes en el estudio del comportamiento del macizo. El registro sistemático de los datos de campo, ordenados por estación estructural se encuentra en el **Anexo 4** del informe.

Esta última investigación reveló como rasgos característicos: el homogéneo patrón estructural, expresado en la clara definición de las familias de diaclasas posiblemente de origen tectónico; el comportamiento homogéneo del plano estratigráfico y, por ende, la casi directa correlación entre las columnas estratigráficas.

En las **Figuras A-1 a A-18** del **Anexo 5A** se presentan las secuencias estratigráficas propias de cada perforación, ellas destacan el tipo de material interceptado, sus características texturales y físico mecánicas y la localización. El **Plano 6**, por su parte indica la distribución espacial, y la ubicación tanto de las columnas estratigráficas y perforaciones como de las estaciones de levantamiento estructural.

### 4.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

El programa de ensayos se dirigió a la caracterización de los diferentes materiales, a la estimación de la

resistencia al corte en ellos y a la clasificación del macizo rocoso. Por ello se decidió por una campaña de muestreo sistemático de los principales depósitos y frentes de exposición del macizo a lo largo de la vertiente y una revisión de los mecanismos de falla.

El programa para los horizontes de suelo agrupa pruebas de clasificación: límites líquido y plástico (28), humedad natural (28), pesos unitarios (21), granulometría (10) y ensayos de resistencia al corte como compresión confinada (7), penetrómetro de laboratorio (23) y corte directo (5 muestras, tres puntos por muestra).

Tanto los perfiles de suelo residual como coluvial, son principalmente arcillosos de baja plasticidad, con porcentajes de humedad entre 16% y 41%, e intervalos estrechos del índice de plasticidad (desde 11% hasta 29%). El peso unitario posee poca variación y se ubica en un promedio de  $2.05 \text{ Ton/m}^3$  con una desviación estándar de  $0.15 \text{ Ton/m}^2$  (equivalente al 7% del promedio).

De los reportes de corte directo, se aprecia que los depósitos coluviales poseen ángulos de fricción pico en el intervalo  $19^\circ < \phi < 25^\circ$ , con cohesiones inferiores a  $2.9 \text{ Ton/m}^2$ . Los parámetros de resistencia residual alcanzan un máximo de 16 para  $\phi'_{\text{res}}$  y  $0.45 \text{ Ton/m}^2$  para  $c'_{\text{res}}$ . Los horizontes de suelo residual aunque poseen ángulos de fricción pico similares a los anteriores,  $\phi'_{\text{pico}} = 23.7^\circ$  y  $\phi'_{\text{res}} = 7.9^\circ$ , la cohesión evidencia un aumento importante, muestra de ello es el intervalo residual cierra en  $2.8 \text{ Ton/m}^2$  (**Tabla 4.1**).

La caracterización del material rocoso se llevó a cabo sobre muestras irregulares de bloque, que fueron sometidas a pruebas índice de peso unitario, y carga puntual, y sobre muestras regulares de forma cilíndrica a las que se les practicó compresión confinada. Los testigos ensayados correspondieron a unidades de roca de los principales bancos. Así entonces, se ensayaron areniscas de grano medio y arcillolitas grisáceas.

De igual manera, se emplearon los resultados obtenidos por otras firmas consultoras, en diferentes sitios de explotación de la Formación Bogotá, cercanas al perímetro de estudio bien como mecanismo de verificación, de complementación o como parte integral de la investigación (**Tablas 4.2 y 4.3**). Dentro de los estudios incorporados se destacan los realizados por las firmas INGEOCIM LTDA (1998) e HIDROTEC LTDA, en la misma zona. Los valores del índice de carga comprendido entre  $27.4 \text{ Kg/cm}^2$  y  $49.2 \text{ Kg/cm}^2$  muestran una banda amplia del esfuerzo a compresión simple desde  $750 \text{ Kg/cm}^2$  hasta  $1200 \text{ Kg/cm}^2$  que confirman los altos niveles de resistencia del material rocoso.

Con el fin de estimar la resistencia al corte en los planos de discontinuidad, se tomaron, los resultados de los ensayos de corte realizados en otro sitio de exposición de la Formación Bogotá por la firma consultora Hidrotec Ltda. En dicho estudio se tomó como plano de movilización el de la estratificación, para el cual se obtuvieron como parámetros básicos  $C' = 0.2 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\phi' = 25^\circ$  (**Tabla 4.2**). No obstante, en el presente proyecto se adoptó como rango confiable de variación del ángulo de fricción, con el fin de establecer mejor las funciones de densidad de probabilidad para esta variable, el intervalo:  $30^\circ \leq \phi \leq 38^\circ$ .

#### 4.3 PRUEBAS DE CAMPO

La diversidad y heterogeneidad de los depósitos, producto de los fenómenos de remoción en masa, de la degradación del sustrato rocoso y de la acción del hombre (rellenos), condicionan la representatividad de

los datos de laboratorio, máxime cuando se toma en consideración la amplia superficie de estudio. Dada esta dificultad, se acudio al ensayo de penetración estándar, con el fin de complementar la caracterización geotécnica de dichos materiales.

Una vez obtenidos los registros de campo, la información fue sometida a validación y homogeneización. Los valores de N (numero de golpes) fueron corregidos por confinamiento y nivel de energía; es decir se normalizaron a un esfuerzo de  $1 \text{ Kg/cm}^2$  y a una tasa efectiva de energía de 55% y 60%. Todo ello con el ánimo de estimar los parámetros efectivos de resistencia con el SPT, tal como lo propone González (1997). La **Tabla 4.4** y las **Figuras 4.1 a 4.4**, ilustran los resultados obtenidos discriminados por unidad geomorfológica y por tipo de material asociado a ellos. Así por ejemplo, la unidad LC1, integrada espacialmente por rellenos antrópicos, coluviones y arcillolitas, está cubierta en su totalidad en las **Figuras 4.1B, 4.2B y 4.4B**.

Si bien el procedimiento anterior es de gran utilidad, al comparar sus resultados con los ensayos de laboratorio, se aprecia, que en general, se sobrestima el ángulo de fricción. Prueba de lo anterior reposa en los valores obtenidos para el material rocoso, el cual exhibe ángulos de fricción entre  $47^\circ$  y  $58^\circ$ ; y para los rellenos antropicos que pueden desarrollar niveles de  $36.2^\circ$ ,  $38.8^\circ$  y  $46.8^\circ$ . en este último caso los reportes de los ángulos mínimos se consideraron mas apropiados, por lo tanto se asumirán como los parámetros básicos (**Figura 4.1**).

## 4.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

A continuación se hace una breve descripción de algunas características geomecánicas de los materiales que integran la zona de estudio. Especialmente, de los componentes principales del cuaternario, material objeto de estudio, y donde tienen lugar los problemas de inestabilidad.

### 4.4.1 MACIZO ROCOSO

#### 4.4.1.1 Discontinuidades

Las discontinuidades fueron descritas a partir de la información obtenida de los amplios afloramientos de exposición del macizo rocoso (denominados aquí estaciones de levantamiento estructural), tomando como base los procedimientos sugeridos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, ISRM - 1981.

La medición de orientación en campo alcanzó un total de 330 datos estructurales con una cobertura de 13 estaciones. La distribución espacial y la localización de las estaciones de levantamiento estructural se pueden apreciar en el **Plano 6**. El inventario de los datos obtenidos y las características de las discontinuidades asociadas con ellos están compilados en las carteras de campo (**Anexo 4**).

Los resultados de las mediciones se presentan mediante diagramas de polos, utilizando la red de proyección equiarial tanto para el contexto general como para cada gran subzona. El procesamiento de los datos estructurales se llevó a cabo gracias a la aplicación del método del círculo flotante para concentraciones entre 1% y 21%. (**Figuras 4.5 a 4.8**). Los conteos evidenciaron una moderada dispersión, pero con aceptables niveles de concentración de polos. De allí, fue posible apreciar la tendencia general

de las familias de discontinuidades así:

Estratificación (E1):		N16E/31NW
Diaclasas Principales (D <sub>2</sub> ):		N10E/48SE
	(D <sub>3</sub> ):	N85W/84NE
	(D <sub>4</sub> ):	N76E/74SE

Las familias de diaclasas, se caracterizan por presentar persistencia (p) desde 0.3 m. hasta 4.8 m.; y promedios ( $\mu$ )  $\mu P_{D2} = 1.3$  m.,  $\mu P_{D3} = 2.7$  m.,  $\mu P_{D4} = 2.9$  m, clasificada como de poco continua; espaciamento (S) moderado a espaciado, entre 0.10 m y 2.56 m., con promedios:  $\mu S_{D2} = 0.70$  m.,  $\mu S_{D3} = 1.0$  m., y  $\mu S_{D4} = 1.1$  m, abertura (a) desde cerrada hasta ligeramente abierta (con medias:  $\mu a_{D2} = 1.0$  mm.,  $\mu a_{D3} = 1.2$  mm. y  $\mu a_{D4} = 1.1$  mm) y sin relleno o con relleno areno-arcilloso. Las **Figuras 4.9 a 4.11** contienen los análisis de frecuencia para cada una de las características de las familias de discontinuidad.

La rugosidad de las paredes de las discontinuidades en términos descriptivos puede clasificarse, de acuerdo con la ISRM (1981), como tipo V y VI, es decir ondulada suave, y ondulada pulida, con valores del JRC entre 4 y 12. El grado de meteorización de las paredes (indistinto del tipo de familia) es decolorado, puesto que se observan variaciones de color entre la roca fresca y la pared, asociadas a constituyentes minerales como el hierro.

#### 4.4.1.2 Clasificación

La clasificación del macizo, se concentró en el Geological Strength Index, GSI (Hoek, 1995). No obstante, dada la directa correlación entre el Rock Mass Rating RMR (Bienawsky, 1976 y 1979) y el GSI, se planteó el primero como sistema calibrador.

Así, el ejercicio de clasificación, arrojó como resultado que los macizos rocosos presentan Índices de Resistencia Geológica (GSI) y RMR (76) que oscila entre 60 y 65. Estos parámetros permiten clasificar los macizos entre regulares y buenos y resaltar el comportamiento relativamente homogéneo de los mismos (**Tabla 4.5**).

#### 4.4.2 MATERIAL ROCOSO

Aunque la secuencia estratigráfica cuenta con ocho niveles de arcillolita y cinco de arenisca, se contemplaron y globalizaron por facilidad de análisis, por las limitaciones inherentes a la investigación del subsuelo y por las pocas correlaciones encontradas en este estudio entre materiales adyacentes, en sólo dos tipos de unidades de roca:

Las arcillolitas son de color gris claro a morado, meteorizadas, altamente plásticas, erodables y muy susceptibles a los agentes meteóricos. Se encuentran en paquetes de hasta 17.50 metros de espesor, constituyen el principal manto lítico en la vertiente y presentan como características físico-mecánicas las

siguientes:

Peso Unitario	1.92 a 2.36 ton/m <sup>2</sup>
Humedad Natural	20% - 30%
Ángulo de Fricción Básica	36.7°
Cohesión	3 Ton/m <sup>2</sup> (asumido a criterio del ingeniero geotecnista)

Por su parte las areniscas son de grano fino a medio, color habano claro, de estratificación gruesa, delimitan bancos hasta de 10 metros y demarcan la divisoria de aguas. Sus propiedades básicas son:

Peso Unitario:	2.2 Ton/m <sup>3</sup>
Resistencia a la Compresión Simple	750 – 1200 Ton/m <sup>2</sup>
Angulo de Fricción Básica	40° (asumido)
Cohesión	0 Ton/m <sup>2</sup> (asumida a criterio del ingeniero geotecnista)

#### 4.4.3 SUELOS

Corresponden a depósitos de ladera recientes, y rellenos heterogéneos. Los primeros están compuestos por suelos arcillosos de baja plasticidad y de consistencia blanda-media ( $2.6 \leq Cu \leq 4.0$  Ton/m<sup>2</sup>), tienen espesores máximos de 4 metros aunque el promedio oscila cerca a 2 metros (perforaciones 3, 4, 9, 110, 11 y 14 a 17). Los segundos con una cubierta máxima de exposición de 2 m., están conformados por materiales heterogéneos, embebidos en matriz arcillosa de baja plasticidad, su ubicación espacial es aleatoria, pero recurrente en los tres barrios, especialmente en Corinto; son el resultado del proceso constructivo de las viviendas y el recinto de gran parte de los fenómenos de remoción en masa de pequeña magnitud (no cartografiables).

La **Tabla 4.6** resume los valores promedio ( $\mu_c$  y  $\mu_\phi$ ) adoptados de los parámetros de resistencia  $c$ ,  $\phi$ , y sus desviaciones estándar ( $\sigma_c$  y  $\sigma_\phi$ ) para la condición pico y residual, discriminados por unidad geomorfológica y tipo de material. Además, destaca el ensayo del cual se tomo el registro.

Las unidades geomorfológicas LC2 y LFL poseen los menores parámetros de resistencia con ángulos de fricción entre 18° y 20° y cohesiones desde 0.45 hasta 0.85 Ton/m<sup>2</sup>, la explicación a este fenómeno radica en que ellas encierran gran parte de los cuerpos deslizados, y por lo tanto sus parámetros se acercan a los residuales. Las unidades LSR y LC1 exhiben los valores de fricción más altos con promedios entre 23° y 25°, y residual de 12.5°, pero la participación de la cohesión no supera las 0.5 Ton/m<sup>2</sup>. Los menores ángulos de fricción y cohesión se aprecian en las laderas que circundan el ingreso al Barrio El Triángulo en el costado Oriental, tal vez uno de los marcos más dinámicos de desarrollo de la ladera, por la recurrencia de los fenómenos de remoción en masa, en toda la vertiente.

#### 4.5 AGENTES DETONANTES

La incorporación de los agentes disparadores de los procesos de inestabilidad en los modelos de análisis se concentrará en este numeral exclusivamente a la acción de la lluvia y el sismo, excluyendo del contexto el papel del hombre y la erosión, porque ellos se tendrán en cuenta en los modelos en el perfil topográfico

y en las variaciones del nivel de agua.

La distribución temporal de la lluvia y las condiciones particulares de la precipitación crítica fueron tratados con algún detalle en el numeral 3.4, de éste se puede abreviar:

- La precipitación promedio multianual es de 1093.50 mm
- La lluvia máxima mensual (en promedio) alcanza los 137.3 mm
- La precipitación crítica es de 407.28 mm, con una duración de 20 días y un periodo de retorno de 20 años.

Para efectos de cálculo de probabilidad de falla actual (es decir periodo de estudio de un año) se requiere obtener la probabilidad de ocurrencia de la precipitación crítica en el primer año a partir de los insumos mencionados.

Si se asume que:

$$\text{Probabilidad de ocurrencia de la precipitación crítica en el primer año } (P_{lluvia}) = \frac{\text{Precipitación mes más lluvioso (en 20 días)}}{\text{Precipitación crítica (en 20 días)}}$$

Entonces  $P_{lluvia} \approx 25\% = \frac{1}{4}$ . Así entonces, se asumirá para fines de análisis una probabilidad de ocurrencia de  $\frac{1}{4}$  para esta variable.

El efecto sísmico se evaluará con base en los resultados del Estudio de Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, y en la Curva de Recurrencia de Aceleraciones para Bogotá (intervalo de confianza del 90%) del Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, 1998, ([Figura 4.12](#)) de forma tal que para las aceleraciones adoptadas en el análisis, se conocerán los periodos de recurrencia, respectivos.



## **TABLAS**

**TABLA 4.1**  
**INVESTIGACION DEL SUBSUELO**  
**CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO**

PROYECTO :		Estudio de Riesgo por remoción en masa en los barrios Corinto, Triángulo y Triángulo alto																														
LOCALIZACION :																																
CLIENTE :		Dirección para la Atención y Prevención de Emergencias (DPAE)																														
Sondeo No.	Localización	Profund.	Espesor relleno	Unidad Geomorf.	MUESTRA	PROFUND. (m)	DESCRIPCION	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA						GRANULOMETRIA % QUE PASA TAMIZ				CLASIFICACION USC	PESO UNITARIO γ(T/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA AL CORTE			PARAMETROS DE RESISTENCIA (T/m <sup>2</sup> )									
								WL(%)	WP(%)	WN(%)	IP(%)	IC	IL	No.4	No.40	No.100	No.200			COMP INCGU (T/m <sup>2</sup> )	PENETR qu (T/m <sup>2</sup> )	VEL CAMP Cu (T/m <sup>2</sup> )	SPT No Golp.	C	φ	Cr	φr					
1	Z. remoción en masa - Dz. No.5 - Parte alta	5.10 m	3.00	LSR	5	2.55 - 3.0	Arcilla limosa habana carmelita con tonos rojizos	48	26	27	22	0.99	0.015	99.6	98.1		91.3	CL	1.927		20 - 15		8									
					6	3.1 - 3.4	Arcilla limosa gris con manchas rojizas. Consistencia dura.	44	21	10	23	1.45	-0.447	100	99.4		95.1	CL	2.356	44.56	>45					4.8	23.7	2.8	7.9			
2	Z. remoción en masa - Dz. No.5 - Parte baja	5.0 m	2.20	LSR	3	1.7 - 2.15	Arcilla limosa habana gris con oxidaciones	42	22	25	20	0.85	0.147	100	99.7		93	CL	2.057		40 - 45		4									
					4	2.3 - 2.75	Arcillolita limosa gris oxidado, consistencia firme.	39	24	19	15	1.32	-0.315	100	99.5		98.5	CL	2.232	13.21	20 - 25											
18		2.1	0.00	LSR	1	0.8 - 1.2	Arcillolita limosa habana gris con oxidaciones, consist. Dura	46	26	18	19.7	1.41	-0.414					CL	1.982		45 - >45	>10										
3	Z. remoción en masa - Dz. No.12	3.6 m	1.10	LC1	1	0.4	Arcilla limosa gris habana con oxidaciones y arcillas	52	29	27	23	1.07	-0.074	100	98.2		91.1	CH	1.711		37.5 - 45											
					3	1.1 - 1.5	Arcilla limosa habana con oxidaciones, consistencia firme	39	20	22	19	0.88	0.12	100	98.2		82.6	CL	2.064		25 - 27.5		23									
4	Z. remoción en masa - Dz. No.12	1.8	0.70	LC1	3	0.8 - 1.2	Arcillolita limosa gris, con oxidaciones y manchas rojizas. Consistencia firme	42	18	13	24	1.22	-0.221	100	99.11		85.2	CL	2.24	22.59	30 - 35											
14		4.05	3.10	LC1	2	1.6 - 2.0	Arcillolita habana oxidada de consistencia firme a dura.	34	23	17	11.7	1.49	-0.493					CL			35 - 45											
15		2.7	1.60	LC1	1	0.9 - 1.3	Arcilla limosa habana oscura de consistencia blanda a med.	50	24	25	25.9	0.99	0.01					CH	2.112		7.8 - 8											
					3	2.0 - 2.25	Arcillolita gris, fisurada, consistencia dura.	51	27	21	23.2	1.29	-0.289						CH	2.264		>45										
16		2.85	2.85	LC1	1	0.8 - 1.2	Arcilla limosa gris y rojiza de consistencia media a firme.	41	24	23	16.9	1.07	-0.065					CL	2.08		7.5 - 10.0	3.5 - 4.0										
					3	2.0 - 2.4	Arcilla limosa gris y habana con oxidaciones. Consistencia media a firme	47	27	30	20.2	0.8	0.197					CL	2.01		5.0 - 10.0	2.6 - 4.0										
					5	3.1 - 3.5	Arcillolita de color rojizo, con tonos habano.	41	20	20	20.6							CL														
17		2.75	1.40	LC1	1	0.8 - 1.2	Arcilla limosa color habano, con fragmentos de areniscas.	45	25	29	19.9	0.8	0.205					CL	2.08		25 - 27.5											
					2	2.1 - 2.3	Arcillolita de color gris habano oxidado.	37	21	21	15.5							CL								2.9	24.5	0	20			
5	Z. remoción en masa - Dz. No.25	4.1	0.60	LFL	2	0.8 - 1.2	Arcilla gris oscura oxidada algo arenosa, consistencia firme	40	24	28	16	0.74	0.264	99.5	98.2		84	CL	2.037	17	20											
6	Z. remoción en masa - Dz. No.25 - Parte baja	4.50 m	0.45	LFL	3	2.2 - 2.65	Arcilla limosa gris oxidada	52	24	25	28	0.95	0.055		100		97.5	CH	1.999	13.93					1.4	19.06	0.45	15.64				
7		6.5	1.50	LFL	3	3.4 - 3.8	Arcilla habana carmelita con inclusiones de limolita, consistencia firme.	47	25	26	23	0.96	0.038	98.6	96		85.9	CL	1.897	7.81	12.5-17.5		11	0.3	21.39	0	20.7					
13	Z. remoción en masa - Dz. No.25	4.05	1.20	LFL	1	1.0 - 1.5	Arcilla limosa habana oscura de consistencia blanda a med.	52	27	41	24.8	0.44	0.556					CH	1.846													
					3	2.0 - 2.4	Arcilla habana rojiza de consistencia firme. Algo de oxidación	49	23	24	26.2	0.95	0.05					CL	2.06	11.96	15 - 30											
					4	3.2 - 3.5	Arcillolita de color rojizo	44	21		22.8							CL														
9		2.85	2.85	LC	2	2.0 - 2.4	Arcillolita meteorizada color gris rojizo con manchas café. Consistencia firme.	33	18	18	15	1.03	-0.034					CL	2.218		25 - 45	>10										
10		3.35	1.30	LC2	1	1.4 - 1.8	Relleno arcilloso gris y habano con manchas oscuras.	46	22	30	24	0.67	0.34					CL	1.923		7.5 - 1.75											
					3	2.5 - 2.9	Relleno arcilloso limos carmelita con fragmentos de grava y desechos de construcción.	39	22	26	17.4	0.78	0.224					CL			5 - 7.5											
11		6.4	6.40	LC2	2	1.8 - 2.2	Relleno arcilloso habano. Fragmentos de grava y desechos de construcción.	37	22	26	14.8	0.77	0.235					CL			5 - 10											
12		2.3	5.30	LC2	1	0.8 - 1.2	Arcilla color habano amarillo oxidado de consistencia firme	56	29	24	27.1	1.16	-0.164					CH	1.976		35 - 40											
					3	1.8 - 2.0	Arcillolita limosa gris firme con manchas rojizas.	48	19	16	29	1.13	-0.126					CL			>45					2.97	9.13					

**TABLA 4.2**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**  
**ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGO POR FENOMENOS DE REMOCION EN MASA BARRIOS TRIANGULO-TRIANGULO ALTO Y CORINTO**

REGISTRO	FUENTE	SECTOR	LOC	MATERIAL		LOCALIZACION		SO	M	USC	PROFUND	PESO UNIT	Wn	WL	LP	IP	IC	%P200	N	qu	Rpi	C'	φ'	Cr'	φ'
				UND	TIPO	NORTE	ESTE																		
9	INGEOCIM	LA PAZ	3	Tpb	Arcillolita	101153	101478	2	5	SC	5.1	2.09													
10	INGEOCIM	LA PAZ	3	Tpb	Arcillolita	101153	101478	2	6	CL	6.6	2	14	40	18	22	1.18	93							
11	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Tpb	Arcillolita	98255	100175	1	4	CH	2.8	1.91	22	51	18	33	0.88		33						
12	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Tpb	Arcillolita	98255	100175	1	5	CL	4.25	1.98	12	36	16	20	1.2	81	44						
13	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Qsr-Tpb	Arcilla	98280	100140	2	1	CH	0.8	1.76	26	67	33	344	1.21		7						
14	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Qsr-Tpb	Arcilla	98280	100140	2	2	CH	1.3	1.99	13	51	28	33	1.65		25						
15	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Tpb	Arcillolita	98280	100140	2	3	CL	1.8	2	12	48	24	24	1.5	89	66						
16	INGEOCIM	GRAN COLOMBIA	3	Tpb	Arcillolita	98280	100140	2	4	CL	3.25	1.96	20	50	27	23	1.3	98	44						
25	INGEOCIM	ROCIO ALTO	3	Qsr-Tpb	Arcilla	98810	100696	3	4	CH	3.2	1.63	35	56	25	31	0.68	86	10						
182	HIDROTEC	S. MARTIN PORRES	2	Tpb	Arcillolita	103984	102118	1	6	CH	4.7	1.95	28.3	67.9	26	43	0.94					0.2	25.2°	0	22.8°
346	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 26	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	1	4	CL	5.8	2.28	12	41	18	23	1.26		84	1.5	2.3				
347	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 27	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	1	5	CL	6.8	2.28	10						92	2.3	2.3				
348	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 28	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	1	6	CL	7.8	2.23	10						84	2	2.3				
354	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 29	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	2	8	CL	4.2	2.06	23	48	21	27	0.93		51	0.9	2.1				
355	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 30	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	2	9	CL	4.8	2.04	244						44	0.8	2.3				
356	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 31	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	2	10	CL	5.2	2.05	24	46	26	20	1.1		64	1.1					
357	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 32	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	2	11	CL	5.5	2.2	27						36	1.7	2.3				
358	INGEOTECNIA	CR 3 CALLE 33	3	Tpb	Arcillolita	101438	101282	2	12	CL	6	2.3	14	46	20	26	1.23		38	2.5					

Todos los datos fueron tomados del Estudio de Zonificación por Inestabilidad del Terreno para diferentes Localidades en la ciudad de Santafé de Bogotá, elaborado por INGENOCIM LTDA.(199

D:\Consultoria\T - TA - C\informes\informe3\Cap4\tablas\TAB4.2.xls

**TABLA 4.3**  
**INVESTIGACION DEL SUBSUELO**  
**CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO**

FUENTE :		ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTABILIDAD GEOTECNICA, CONTROL DE EROSION Y MANEJO DE AGUAS PARA ESTABILIZACION DE DIFERENTES SITIOS EN BOGOTA, INGEOCIM (1998)																						
LOCALIZACION :		SANTAFE DE BOGOTA																						
CLIENTE :		FONDO PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS (FOPAE)																						
Sondeo		MA-S-1	Localización :		Manantial (4.4) Parte Alta de la Ladera																			
Profundidad		11.0 m	Coordenadas Norte :																					
Fecha		Feb-98	Coordenadas Sur :																					
		Agua freática : 1.80m																						
MUES TRA	PROFUND. (m)	TIPO	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA PORCENTAJES QUE PASAN LOS TAM.					CLASIFICACION USC	PESO UNITARIO $\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA AL CORTE				RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR				RECO BRO (%)	
			WL(%)	WP(%)	WN(%)	IP(%)	IL	1/2"	3/8"	No.4	No.40	No.100			No.200	COMP INC qu (T/m <sup>2</sup> )	PENETR qu (T/m <sup>2</sup> )	VEL CAMP Cu (T/m <sup>2</sup> )	VEL LAB Cu (T/m <sup>2</sup> )	6"	6"	6"		N
1	0.3 - 0.75	SS	54	28	28	262	0						81	MH-CH	1.71						3	4	3	7
2	1.5 - 1.95	SS	40	22	32	18	0.56						80	CL	1.73						22	2	2	4
3	2.5 - 2.95	SS			26								92	CL	1.81						2	3	5	8
4	4.0 - 4.45	SS	39	20	26	19	0.32						78	CL	1.81						4	5	7	12
5	5.5 - 5.75	SS			20								79	CL	1.89						15	45/4"		
6	6.0 - 6.8	BX			11								80	CL	2.1									30
6A	6.8 - 7.6	BX			8								81	CL	2.19									
6C	7.6 - 8.5	BX	38	19	11	19	-0.42						855	CL	2.07									
7	8.5 - 9.75	BX	32	15	5	17	-0.59						75	CL	2.24									66
7A	9.75 - 11.0	BX			6								86	CL	2.3									
Sondeo		MA-S-2	Localización :		Manantial (4.4) Parte baja de la Ladera																			
Profundidad		7.0 m	Coordenadas Norte :																					
Fecha		Feb-98	Coordenadas Sur :																					
		Agua freática :																						
MUES TRA	PROFUND. (m)	TIPO	LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA					GRANULOMETRIA PORCENTAJES QUE PASAN LOS TAM.					CLASIFICACION USC	PESO UNITARIO $\gamma$ (T/m <sup>3</sup> )	RESISTENCIA AL CORTE				RESISTENCIA A LA PENETRACION ESTANDAR				RECO BRO (%)	
			WL(%)	WP(%)	WN(%)	IP(%)	IL	1/2"	3/8"	No.4	No.40	No.100			No.200	COMP INC qu (T/m <sup>2</sup> )	PENETR qu (T/m <sup>2</sup> )	VEL CAMP Cu (T/m <sup>2</sup> )	VEL LAB Cu (T/m <sup>2</sup> )	6"	6"	6"		N
1	0.5 - 0.95	SS			20								87	CL	1.96						11	3	115	44
2	1.0 - 1.45	SS	31	15	6	16	-0.56						77	CL	2.14						35	35	38	73
3	2.5 - 3.5	NX			6								85	CL	2.27									25
3A	3.5 - 4.5	NX			7								87	CL	2.21									
4	4.5 - 5.75	NX	33	17	8	16	-0.56						844	CL	2.1									32
4A	5.75 - 7.0	NX	32	19	5	13	-1.08						85	CL	2.23									



**TABLA 4.5**  
**CLASIFICACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS**  
**BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO**  
**Bienaswky 1976**

<b>REGIÓN ESTRUCTURAL ÚNICA</b>		
<b><math>\sigma'_c</math> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor</b>	23.0
	<b>Calificación / 15</b>	<b>0</b>
<b>RQD (%)</b>	<b>Valor</b>	85
	<b>Calificación / 20</b>	<b>17</b>
<b>S (m)</b>	<b>Valor</b>	1.1
	<b>Calificación/30</b>	<b>25</b>
<b>Estado de las discontinuidades</b>	<b>Descripción</b>	Medianamente rugosas, separación < 1 mm., la pared es débil
	<b>Calificación / 25</b>	<b>12</b>
<b>Agua</b>	<b>Descripción</b>	Seco
	<b>Calificación / 10</b>	<b>10</b>
<b>RMR</b>	<b>Calificación / 100</b>	<b>64</b>
	<b>Descripción</b>	<b>Macizo bueno</b>
<b>GSI</b>		<b>64</b>

**TABLA 4.6**  
**TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO**  
**PARÁMETROS DE RESISTENCIA**

Zona	Material	$\mu_{\phi}^{(1)}$ (grados)	$\sigma_{\phi}^{(2)}$ (grados)	Ensayo	$\mu_c^{(3)}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$\sigma_c^{(4)}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	Ensayo	Condición
LSR	Qa	24.00	5.00	SPT	0.16	0.08		Pico
	Qc	23.70	4.74	CD	0.27	0.05	CD	Pico
	Qc	12.50	2.50	SPT	0.50	0.50	SPT	Residual
LFL	Qa	18.40	3.70	SPT	0.85	0.17	CD prom.	Pico
	Qc - SR	20.00	4.00	CD prom.	0.85	0.17	CD prom.	Pico
	Qc - SR	18.15	2.55	CD prom.	0.45	0.09	CD prom.	Residual
LC1	Qa	25.80	5.16	SPT	0.10	0.04		
	Qc1	25.80		5.16	Retroanálisis			Residual
LC2	Qa	18.40	3.68	SPT	0.74	0.15		
	Qc	18.40	3.68	SPT	0.74			
	Qc1	18.00		Retroanálisis	0.70	0.15	Retroanálisis	Residual

D:\Consultoria\T - TA - C\informes\informe3\Cap4\tablas\TAB4.5.xls

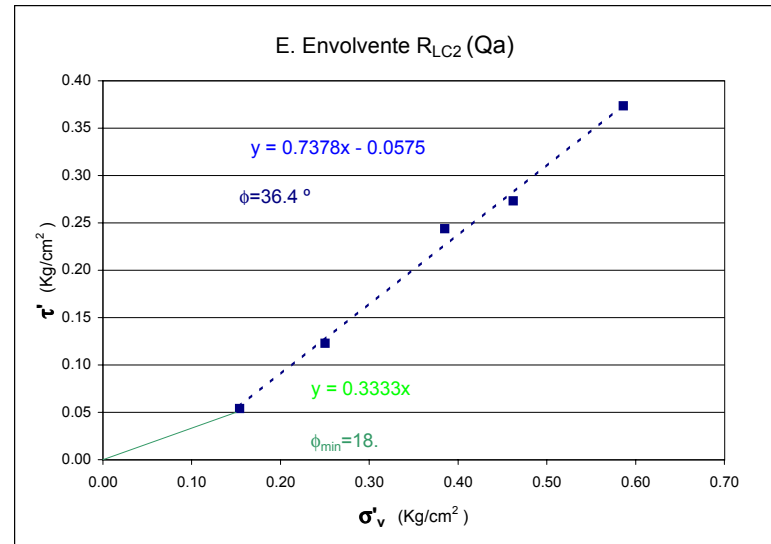
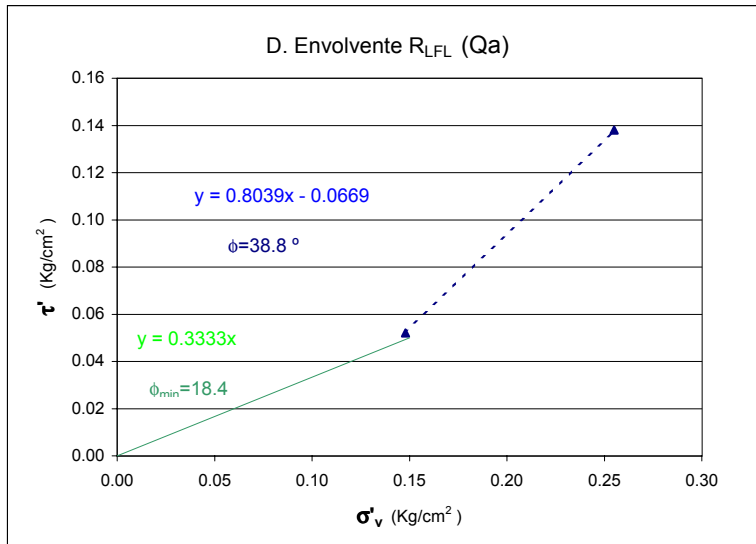
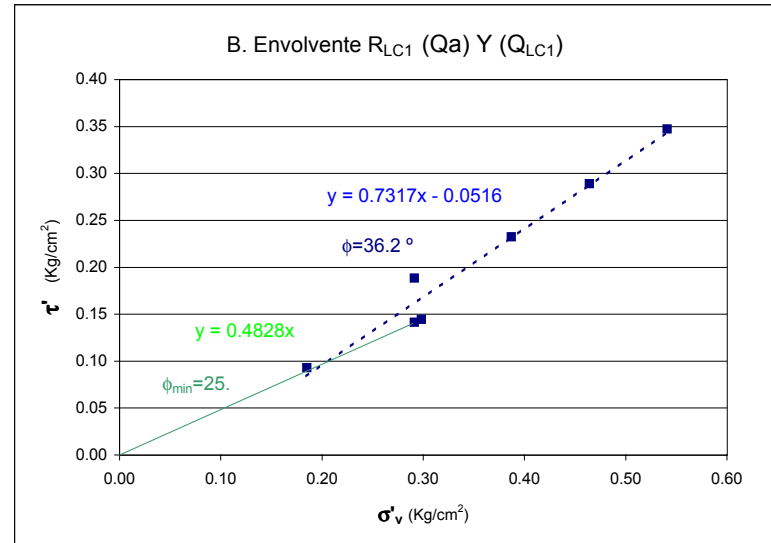
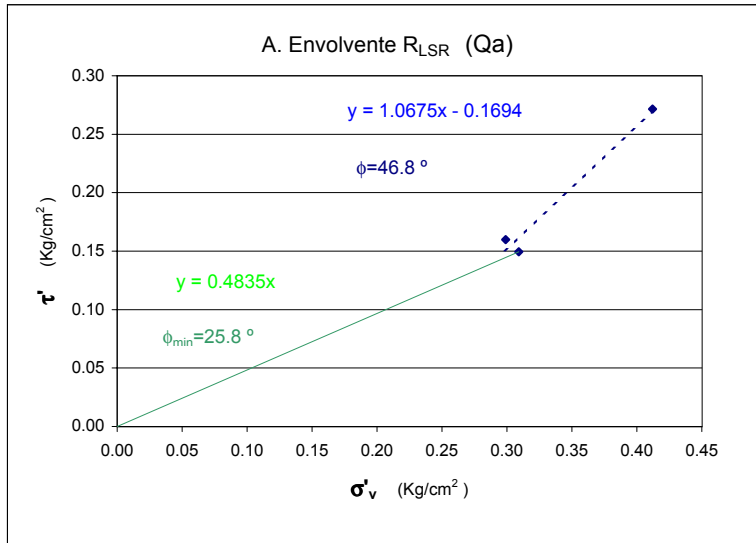
- (1)  $\mu_{\phi}$  Promedio del Ángulo de Fricción  
(2)  $\sigma_{\phi}$  Desviación Estándar del Ángulo de Fricción  
(3)  $\mu_c$  Promedio de la Cohesión  
(4)  $\sigma_c$  Desviación Estándar de la Cohesión

## FIGURAS



FIGURA 4.1

CALCULO DE PARAMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL SPT PARA EL MATERIAL DE RELLENO Y DEPÓSITO COLUVIAL DE ACUERDO CON LA UNIDAD GEOMORFOLOGICA CORRESPONDIENTE



**FIGURA 4.2**

**CALCULO DE PARAMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL SPT PARA EL MATERIAL CUATERNARIO DE ACUERDO CON LA UNIDAD GEOMORFOLOGICA CORRESPONDIENTE**

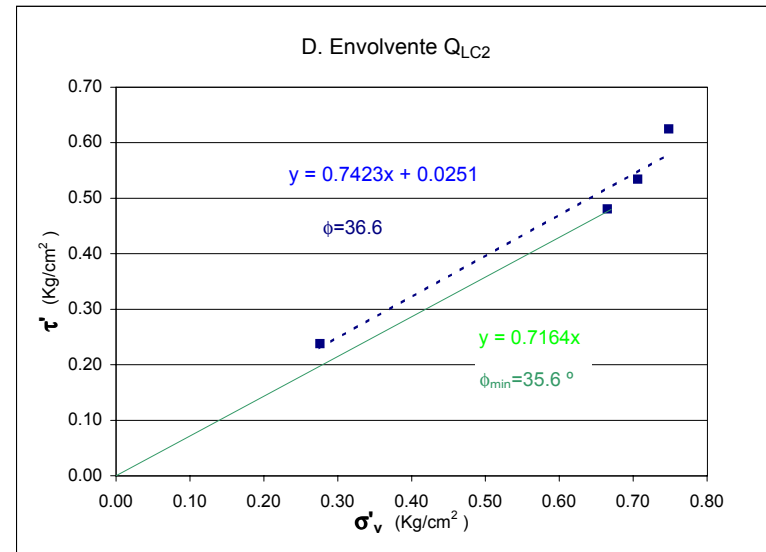
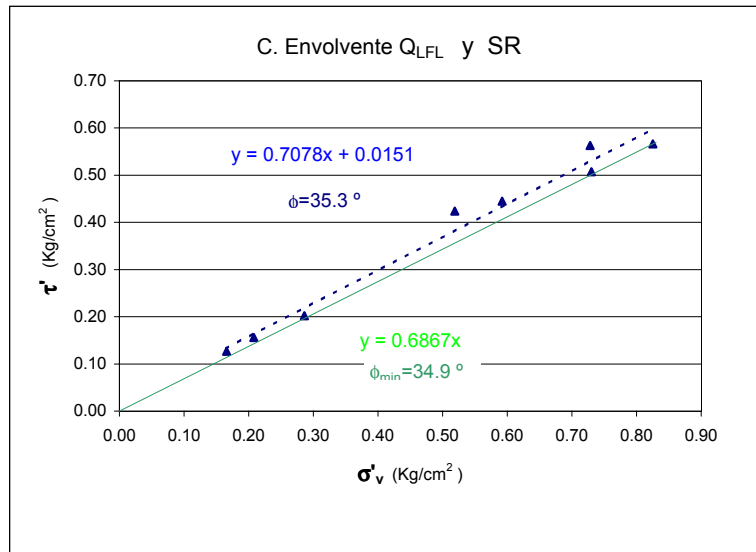
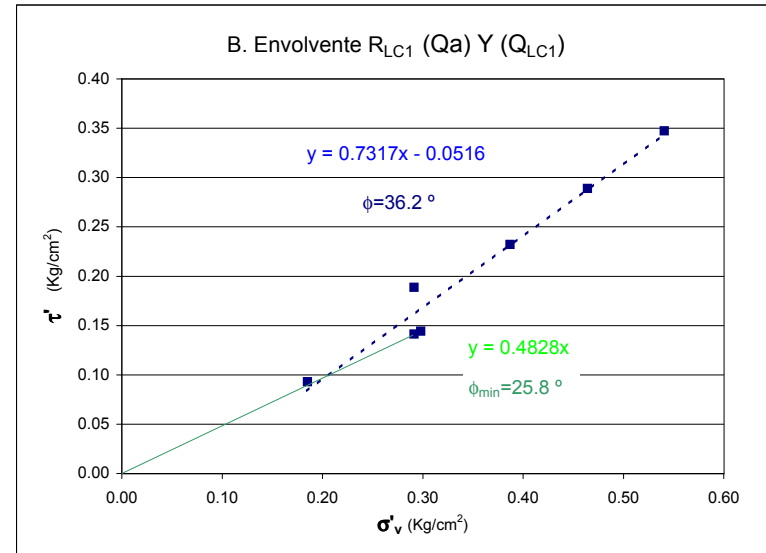
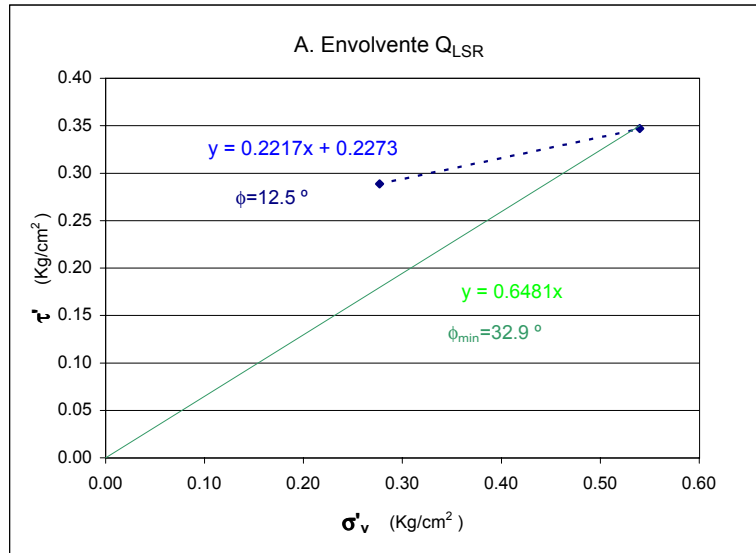


FIGURA 4.3

CALCULO DE PARAMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL SPT PARA EL MATERIAL DE RELLENO  
DE ACUERDO CON LA UNIDAD GEOMORFOLOGICA CORRESPONDIENTE

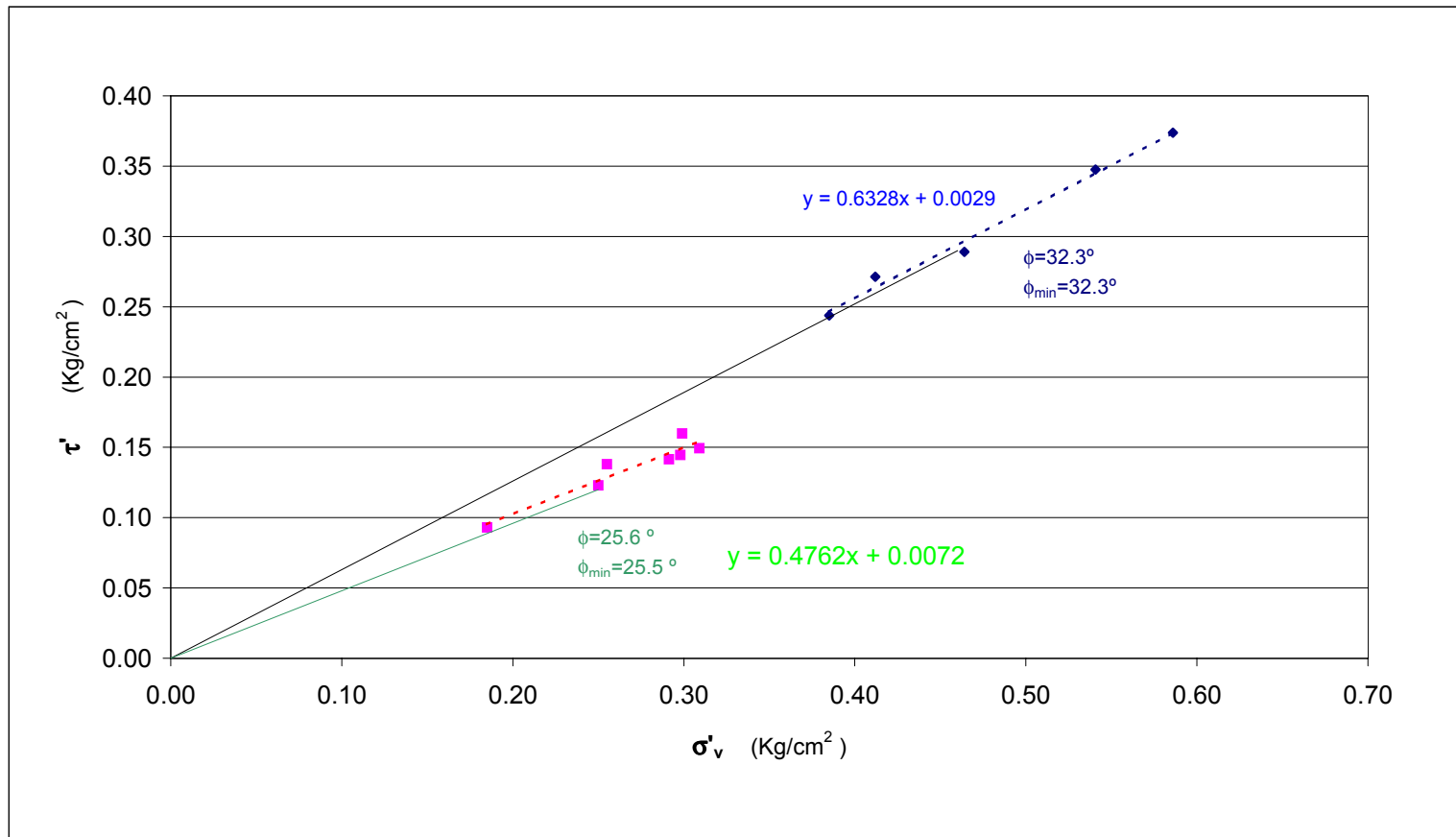


FIGURA 4.4

CALCULO DE PARAMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL SPT PARA EL MATERIAL ROCOSO  
DE ACUERDO CON LA UNIDAD GEOMORFOLOGICA CORRESPONDIENTE

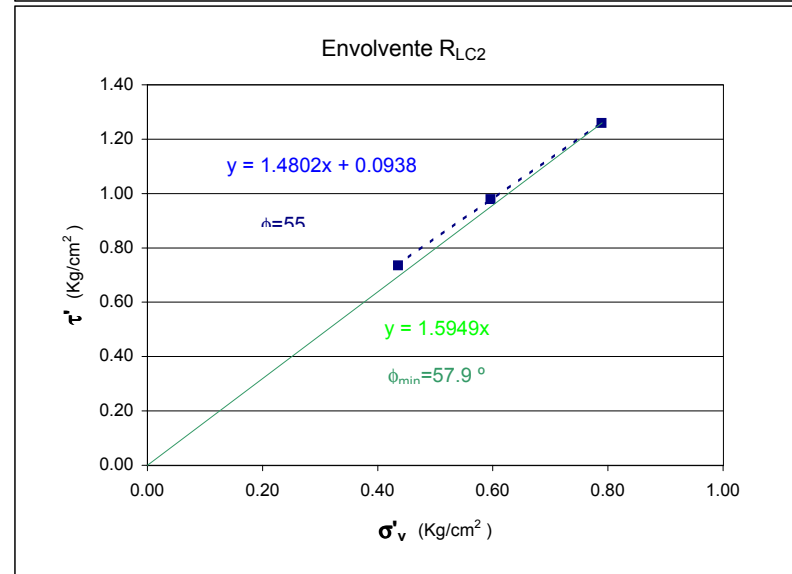
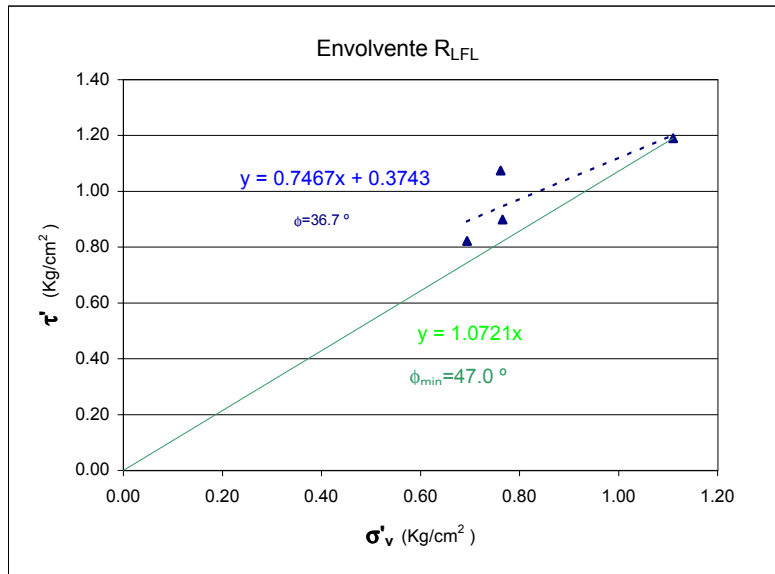
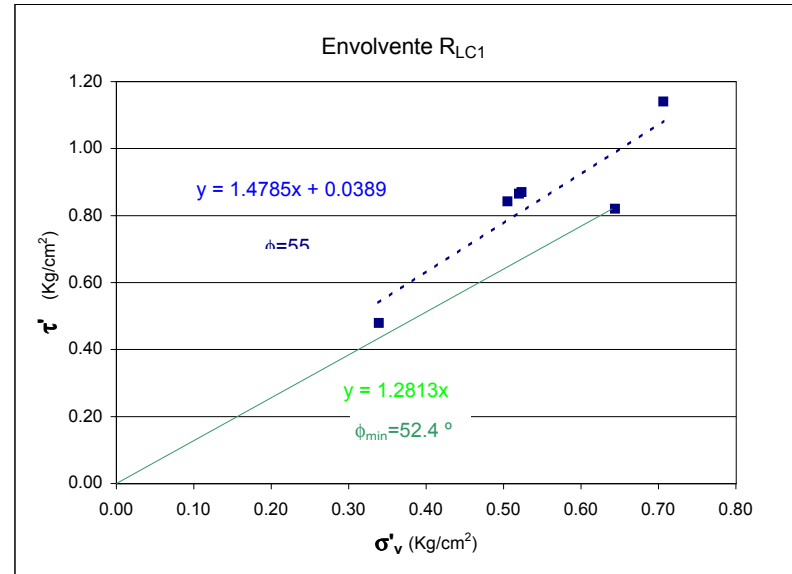
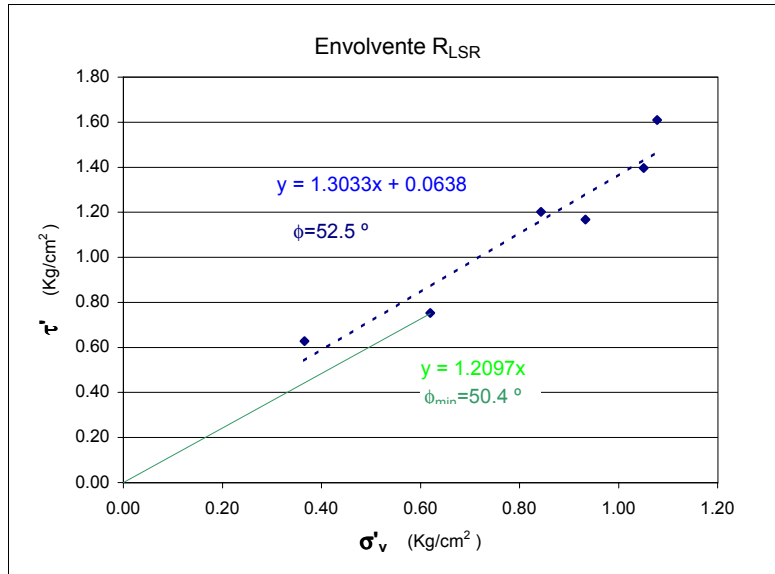


FIGURA 4.5

ANÁLISIS ESTRUCTURAL - CONTEO GENERAL DE POLOS

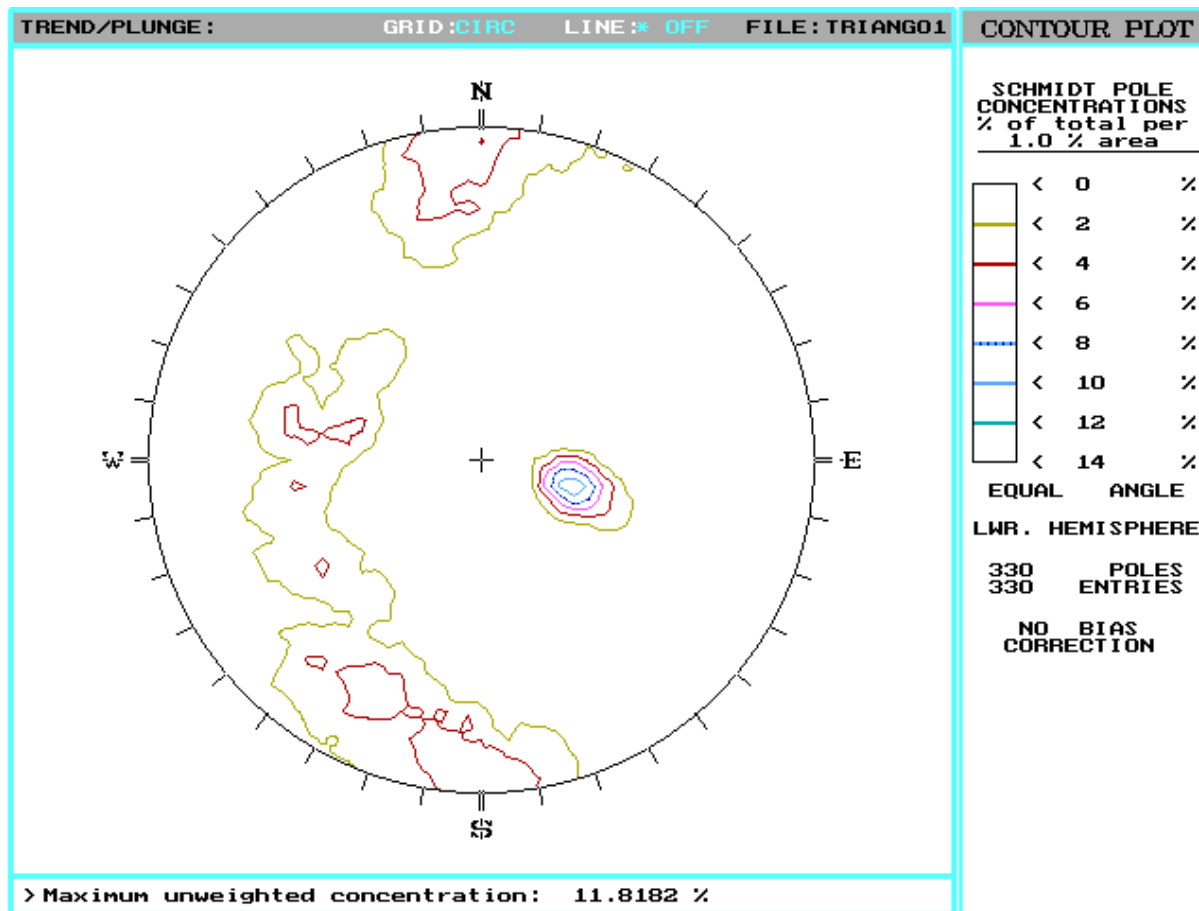


FIGURA 4.6

ANÁLISIS DE FRECUENCIA - ESTACIONES E1, E2, E3 y E5

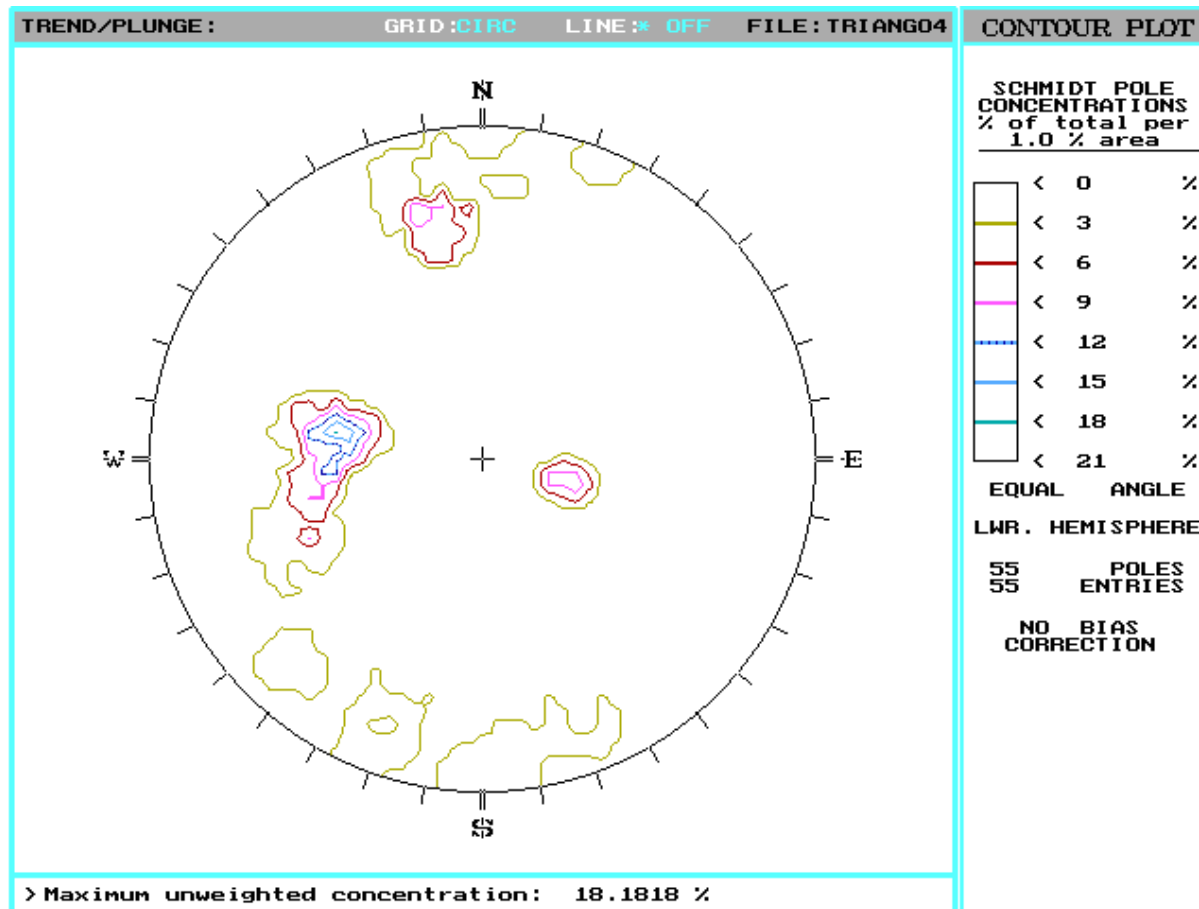


FIGURA 4.7

ANÁLISIS DE FRECUENCIA - ESTACIONES E6 A E9

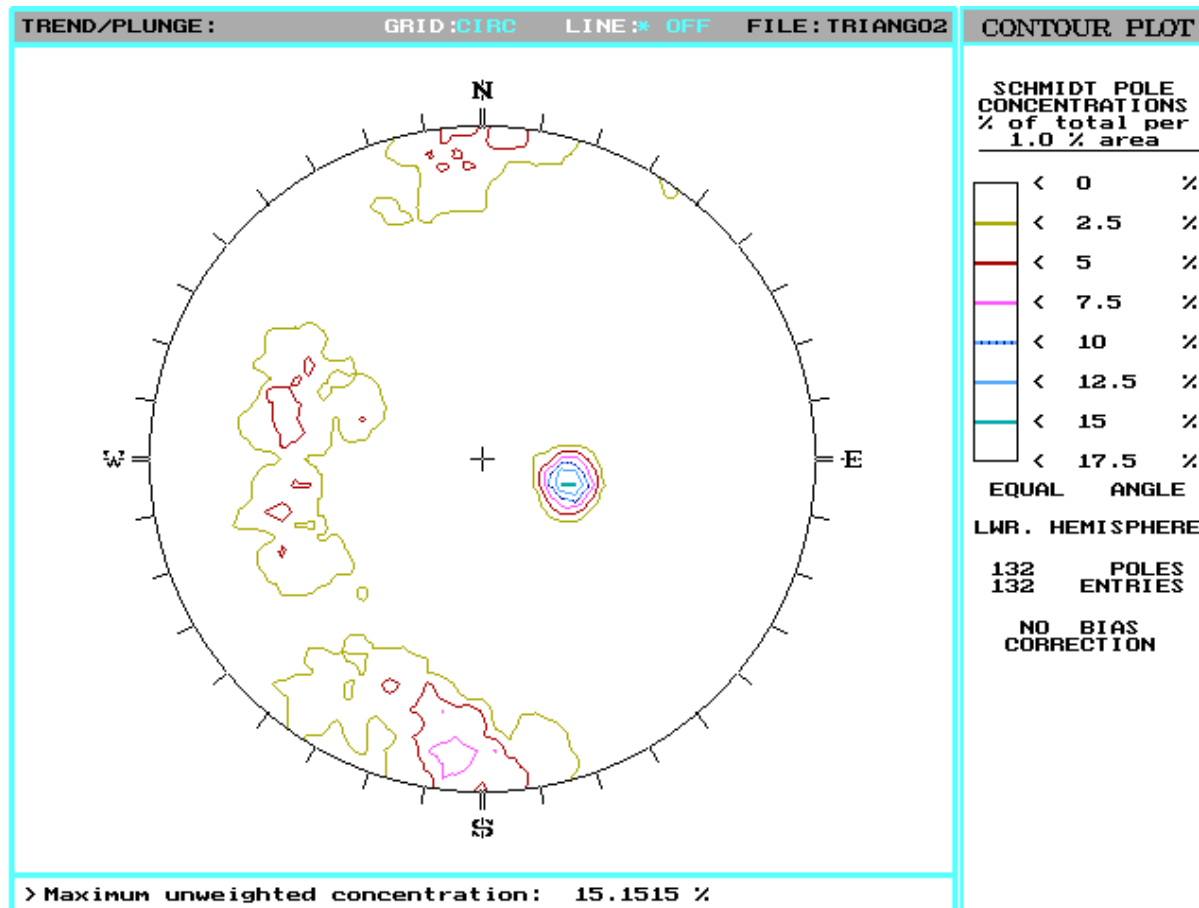
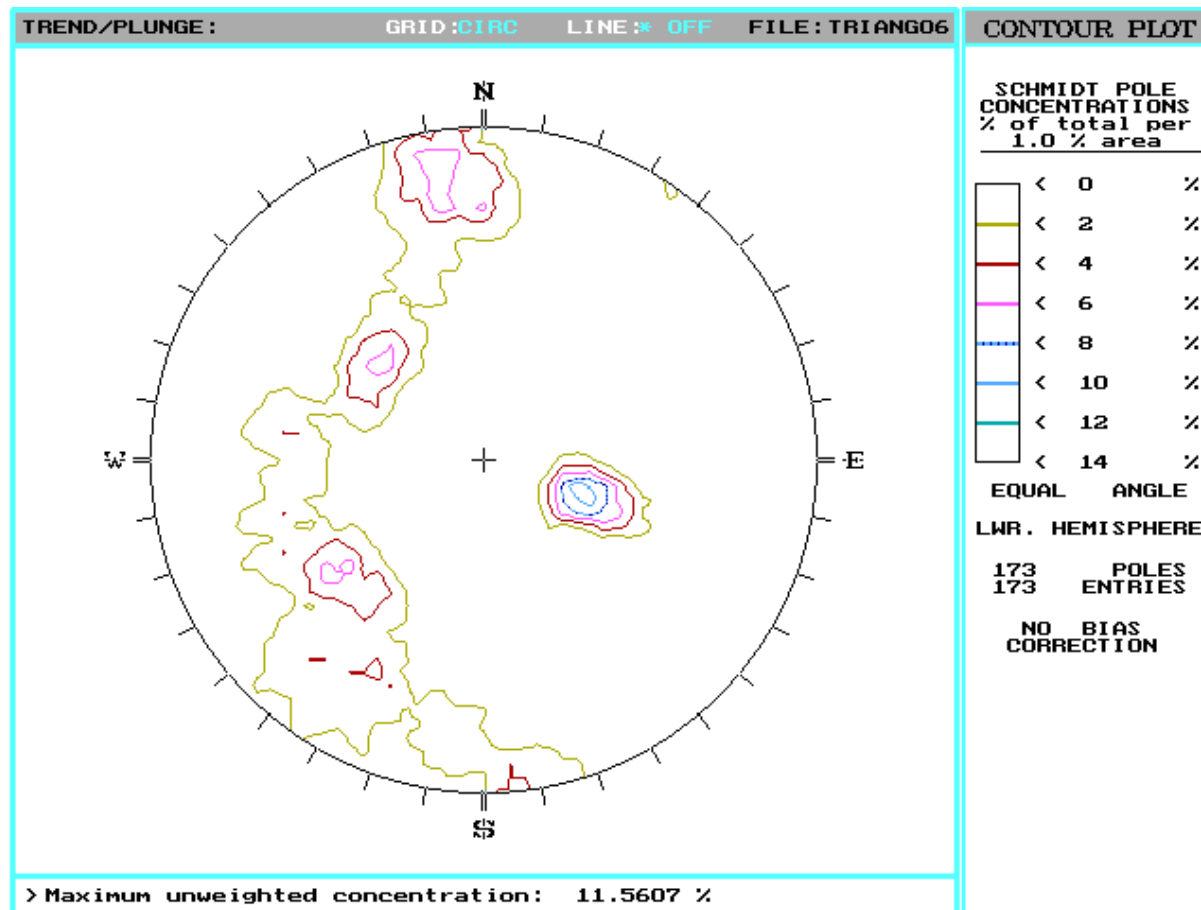


FIGURA 4.8

ANÁLISIS DE FRECUENCIA - ESTACIONES E8 A E11





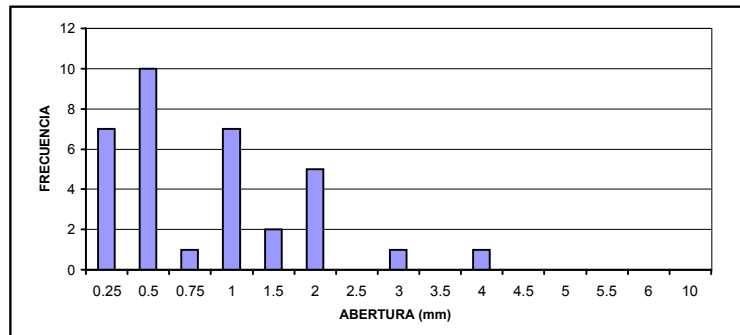
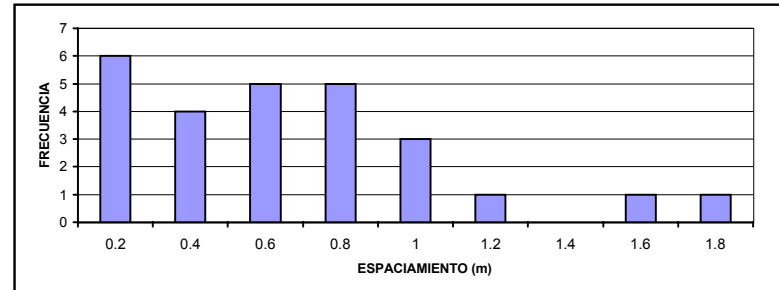
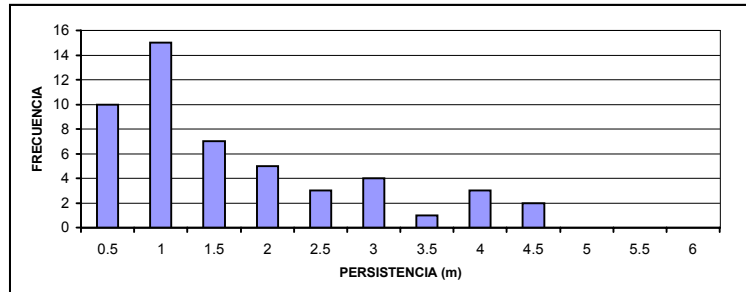
**FIGURA 4.9**  
**ANALISIS DE FRECUENCIA FAMILIA DE DIACLASAS D2**  
**BARRIO TRIANGULO ALTO**

	PERSISTENCIA A (m)	ESPACIAM. (m)	ABERTURA (mm)
MEDIA	1.3	0.7	1.0
MODA	0.7	0.2	0.5
MEDIANA	1.0	0.60	0.6
DESVIACION ESTANDAR	0.89	0.53	0.89
MINIMO	0.3	0.1	0.0
MAXIMO	4.5	2.00	4.0
NUMERO DE DATOS	50	28	34

PERSISTENCIA (m)	FRECUENCIA	ESPACIAMIENTO (m)	FRECUENCIA	ABERTURA (mm)	FRECUENCIA
0.5	10	0.2	6	0.25	7
1	15	0.4	4	0.5	10
1.5	7	0.6	5	0.75	1
2	5	0.8	5	1	7
2.5	3	1	3	1.5	2
3	4	1.2	1	2	5
3.5	1	1.4	0	2.5	0
4	3	1.6	1	3	1
4.5	2	1.8	1	3.5	0
5	0	2	2	4	1
5.5	0			4.5	0
6	0			5	0

SIN RELLENO = 7  
 RELLENO DE ARENA ARCILLA = 2  
 RELLENO DE ARENA = 1  
 RELLENO DE ROCA TRITURADA =  
 RELLENO DE ROCA TRITURADA Y ARENA =

**HISTOGRAMAS**



**FIGURA 4.10**  
**ANALISIS DE FRECUENCIA FAMILIA DE DIACLASAS D3**  
**BARRIO TRIANGULO ALTO**

	PERSISTENCI A (m)	ESPACIAM. (m)	ABERTURA (mm)
MEDIA	2.7	1.0	1.2
MODA	3.5	0.4	0.0
MEDIANA	3.0	0.72	1.0
DESVIACION ESTANDAR	1.43	0.68	1.18
MINIMO	0.3	0.1	0.0
MAXIMO	4.8	2.56	5.0
NUMERO DE DATOS	29	29	32

SIN RELLENO	=	5
RELLENO DE ARENA ARCILLA	=	4
RELLENO DE ARENA	=	1
RELLENO DE ROCA TRITURADA	=	
RELLENO DE ROCA TRITURADA Y AREN	=	

PERSISTENCIA (m)	FRECUENCIA	ESPACIAMIENTO (m)	FRECUENCIA	ABERTURA (mm)	FRECUENCIA
0.5	3	0.2	4	0.5	13
1	2	0.4	4	1	6
1.5	3	0.6	3	1.5	3
2	4	0.8	6	2	7
2.5	1	1	3	2.5	0
3	4	1.2	1	3	1
3.5	4	1.4	1	3.5	1
4	3	1.6	3	4	0
4.5	1	1.8	1	4.5	0
5	4	2	3	5	1
5.5	0			5.5	0
6	0			6	0

**HISTOGRAMAS**

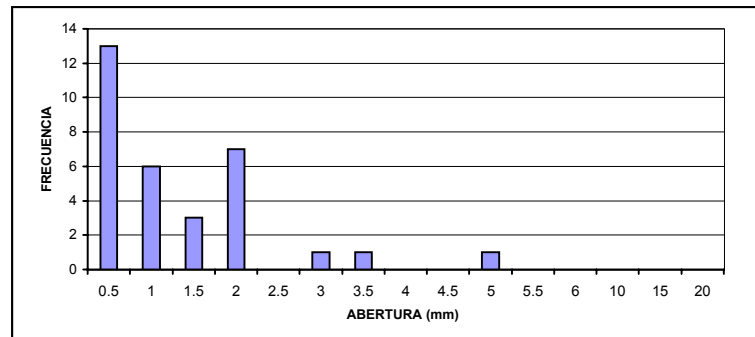
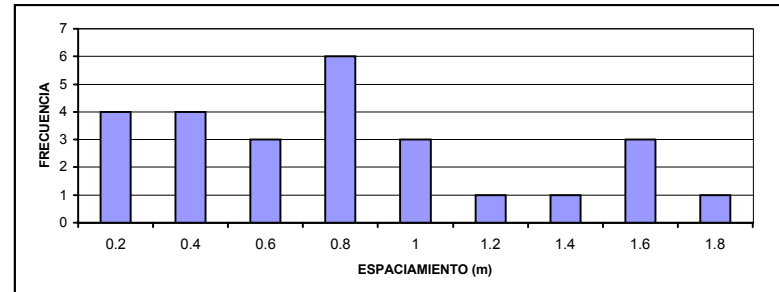
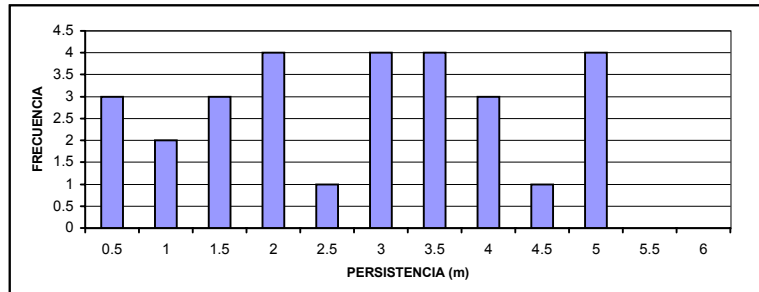


FIGURA 4.11

**ANALISIS DE FRECUENCIA FAMILIA DE DIACLASAS D4  
BARRIO TRIANGULO ALTO**

	PERSISTENCIA (m)	ESPACIAM. (m)	ABERTURA (mm)
MEDIA	2.9	1.1	1.1
MODA	4.0	0.1	0.0
MEDIANA	3.8	1.14	0.5
DESVIACION ESTANDAR	1.64	0.57	1.64
MINIMO	0.8	0.1	0.0
MAXIMO	4.8	2.16	5.0
NUMERO DE DATOS	14	22	31

SIN RELLENO = 12  
 RELLENO DE ARENA ARCILLA = 10  
 RELLENO DE ARENA = 1  
 RELLENO DE ROCA TRITURADA =  
 RELLENO DE ROCA TRITURADA Y ARENA =

PERSISTENCIA (m)	FRECUENCIA	ESPACIAMIENTO (m)	FRECUENCIA	ABERTURA (mm)	FRECUENCIA
0.5	0	0.2	2	0.25	13
1	3	0.4	1	0.5	4
1.5	3	0.6	1	1	6
2	0	0.8	2	1.5	3
2.5	0	1	3	2	0
3	0	1.2	4	2.5	0
3.5	0	1.4	2	3	0
4	5	1.6	4	3.5	0
4.5	0	1.8	0	4	2
5	3	2	2	4.5	0
5.5	0	2.5	1	5	3
6	0	3	0	6	0

HISTOGRAMAS

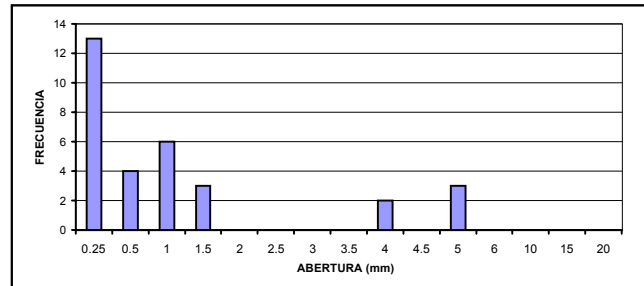
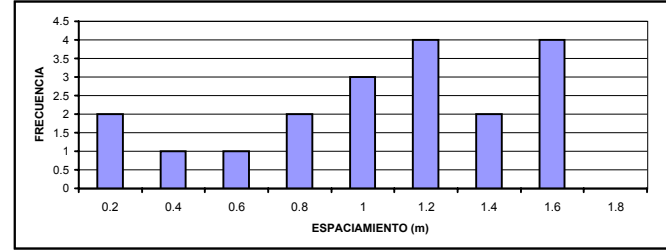
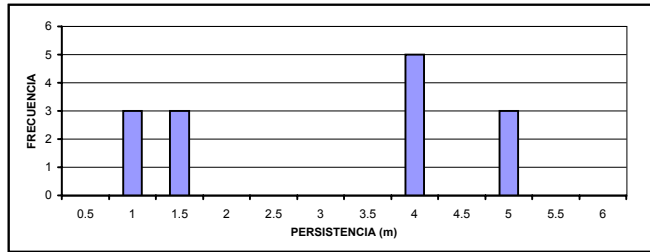
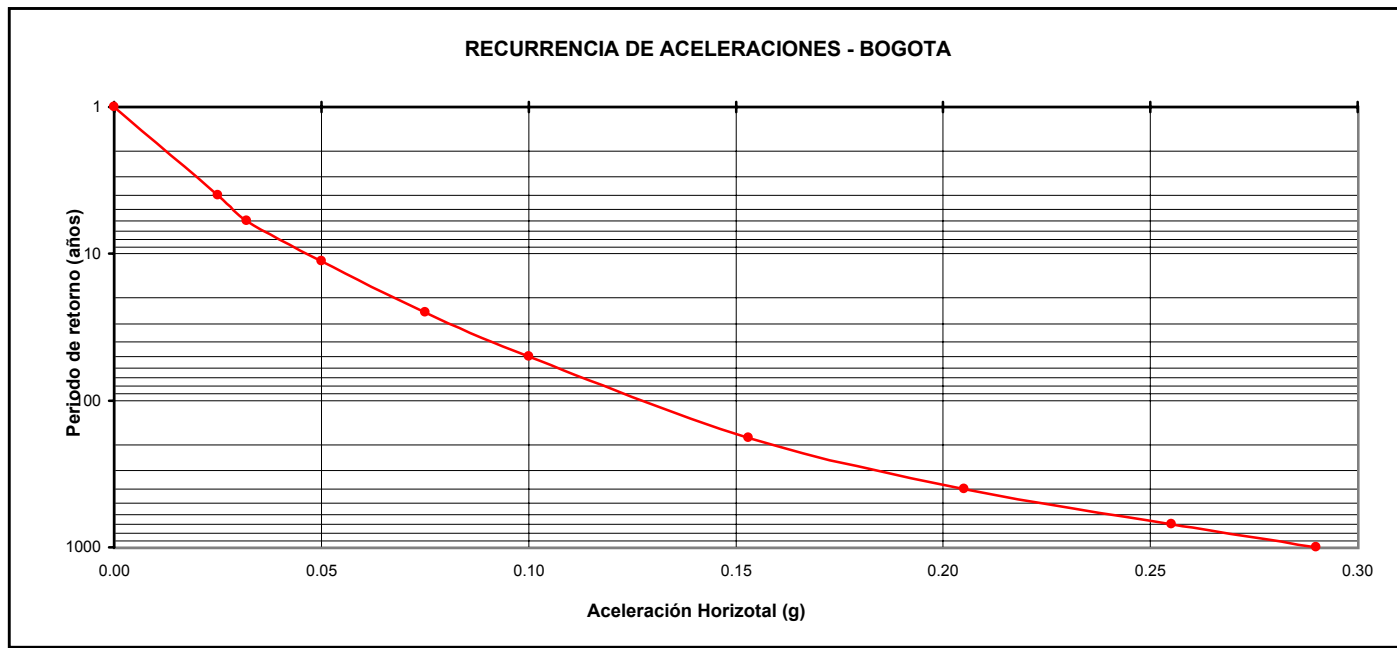


FIGURA 4.12

CURVA DE RECURRENCIA DE ACELERACIONES SISMICAS PARA BOGOTÁ - CONFIABILIDAD 90%



## 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y EVALUACIÓN DE AMENAZA ACTUAL.

### 5.1 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

La delimitación de las zonas homogéneas constituyó una tarea más o menos sencilla pues se tomaron como puntos de partida las unidades geomorfológicas que condensan unidades de ladera con materiales similares, condiciones de drenaje, tipos de procesos y morfometría semejante. En este sentido, su delimitación se enfocó a la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales propios de cada una. Para ello no sólo se contó con los resultados de los ensayos de laboratorio y las pruebas in situ, sino que además se realizaron análisis retrospectivos en los principales cuerpos de deslizamiento, con el fin de conocer los parámetros movilizados. El proceso involucró, en algunos casos, la extrapolación de la información condensada en ciertos sectores hacia otros donde la investigación geotécnica fue deficiente, labor, que se facilitó gracias a la demarcación previa de las unidades geomorfológicas.

Bajo este marco, una unidad geomorfológica pudo sufrir fraccionamientos de acuerdo con la variación espacial de los parámetros de resistencia. Así por ejemplo, en áreas con deslizamientos potenciales y activos, los parámetros asignados, pico y residuales, fueron los criterios para la subdivisión.

La codificación de las zonas conservó el nombre de la unidad geomorfológica original pero se le asignó un identificador alfabético adicional, v. gr. LC2 contempla dos zonas homogéneas, LC2a y LC2b. La convolución de los de los elementos anteriores dio como resultado la división de la vertiente en treinta y cuatro (34) zonas homogéneas, 3 en áreas planas y el número restante en pendiente, cada una considerada por lo menos por una sección de análisis a saber:

- LSRa Laderas de suelo arcilloso de baja plasticidad, peso unitario entre 1.92 y 2.35 Ton/m<sup>3</sup>, índice de plasticidad promedio del 20% y humedad natural entre el 18 y el 27%; cubierto en sectores por rellenos de material de construcción y escombros. En esta unidad se desarrollan especialmente deslizamientos de tipo traslacional con espesores entre 1 y 3 metros sobre superficies de falla inclinada desde 22° hasta 28°. Los parámetros de resistencia efectivas promedios en estos suelos son:  $0.1 \leq C' \leq 0.7 \text{ Ton/m}^2$  y  $12.5^\circ \leq \phi \leq 15^\circ$
- LSRb Laderas de escombros. En esta unidad se desarrollan especialmente deslizamientos de tipo traslacional con espesores entre 1 y 1.5 metros sobre superficies de falla inclinada desde 30° hasta 41°. El peso unitario oscila entre 1.92 y 2.35 Ton/m<sup>3</sup>, y los parámetros de resistencia efectivas promedios en estos suelos son:  $0.5 \leq C' \leq 0.9 \text{ Ton/m}^2$  y  $20^\circ \leq \phi \leq 24^\circ$
- LC2a Laderas coluvial constituida por cantos y gravas subangulares embebidas en matriz arcillosa de baja plasticidad, peso unitario entre 1.92 Ton/m<sup>3</sup>, índice de plasticidad promedio entre 15% y 24% y espesores estimados de 1.4 a 3.5 m. donde tienen lugar movimientos en masa, tanto rotacionales como traslacionales. Los parámetros de resistencia efectivos promedios en estos suelos son:  $0.7 \leq C' \leq 0.9 \text{ Ton/m}^2$  y  $18^\circ \leq \phi \leq 18.4^\circ$

- LC2b Laderas coluvial arcillosa de media a baja plasticidad, peso unitario entre 1.92 Ton/m<sup>3</sup>, índice de plasticidad cercano a 28%, la humedad natural varía entre 16% y 24%, los espesores estimados son de 1.5 a 2.5 m. donde tienen lugar movimientos en masa, tanto rotacionales como traslacionales. Los parámetros de resistencia efectivos promedios en estos suelos son:  $1.0 \leq C' \leq 1.5 \text{ Ton/m}^2$  y  $\phi = 18.4^\circ$
- LC1a Laderas coluvial constituida por cantos subangulares y gravas en matriz arcillo-limosa con plasticidad baja de alrededor de 25%, humedad natural cercana a 50%: El depósito muestra espesores entre 1.3 y 3.0 m. y procesos potenciales de inestabilidad de tipo traslacional. Los parámetros de resistencia efectivos son:  $0.7 \leq C' \leq 1.1 \text{ Ton/m}^2$  y  $25.8 \leq \phi \leq 28^\circ$ .
- LC1b Laderas coluvial constituida por cantos subangulares y gravas en matriz arcillo-limosa con plasticidad baja de alrededor de 17%, humedad natural cercana a 40%. El depósito muestra espesores promedio de 2.5m. y procesos potenciales de inestabilidad de tipo traslacional. Los parámetros de resistencia efectivos son:  $C' = 0.5 \text{ Ton/m}^2$  y  $12.5^\circ \leq \phi \leq 18.4^\circ$ .
- LCSRa Ladera conformada por suelo residual y sectores de areniscas y arcillolitas con posibles deslizamientos traslacionales sobre planos cuya inclinación varía entre 15° y 26°. El espesor del depósito oscila entre 2 y 3m y los parámetros de resistencia efectivos son:  $0.5 \leq C' \leq 0.9 \text{ Ton/m}^2$  y  $\phi = 20^\circ$ .
- LFL Ladera con flujo de tierras, constituida por cantos y gravas subangulares en matriz arcillosa algo arenosa de plasticidad baja cercana al 26% y humedad natural de 41%, baja inclinación del plano de falla (14° a 19°) y espesores movilizados entre 3 y 5m. Los parámetros efectivos de resistencia son:  $0.2 \leq C' \leq 0.5 \text{ Ton/m}^2$  y  $15^\circ \leq \phi \leq 18.2^\circ$ .
- LER Ladera estructural con taludes empinados de areniscas y arcillolitas, intensamente meteorizadas y fracturadas con erosión diferencial
- LAE Laderas antrópicas de explotación, predominantemente arcillosas con areniscas en el tope, resistencia a la compresión inconfiada de 750 y 1200 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se manifiestan los siguientes cuatro planos de discontinuidad, E1: N16E/31NW, D2: N10E/48SE, D3: N85W/84NE y D4: N76E/74SE.
- LC Ladera coluvial en matriz arcillosa de baja plasticidad, sin problemas de estabilidad gracias a su morfología plana.
- LC3a Ladera coluvial con espesores de 2 m. en promedio en las que podrían desarrollarse deslizamientos traslacionales sobre planos inclinados aproximadamente 14%. Parámetros efectivos de resistencia:  $0 \leq C' \leq 0.2 \text{ Ton/m}^2$  y  $14.9^\circ \leq \phi \leq 21.9^\circ$

La sinopsis del trabajo de zonificación se encuentra en la **Tabla 5.1** y en el **Plano 9**. La tabla contiene para cada zona homogénea, la unidad geomorfológica asociada, el tipo de material, la sección y la ladera de análisis, los mecanismos de falla, el espectro de variación de los parámetros, el espesor de la masa potencial movilizada y el ángulo del plano de falla. Por otra parte, la localización y la conformación de las laderas de estudio (modelo geotécnico) por zona, se ilustran en las **Figuras A.19 a A.33** del **Anexo 5A**.

## 5.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

En el análisis de estabilidad la primera etapa se enfocó al análisis de los modos de falla a lo largo de los planos de debilidad estructural de los macizos rocosos, y a la determinación del modo probable de falla, a partir de la aplicación del análisis cinemático, (Goodman 1989 y Hoek and Bray 1974). Por tanto, la relación geométrica entre las discontinuidades y la orientación del talud determinará si parte de él está libre de deslizarse o caer.

Para el análisis cinemático, se consideró en forma conservativa, como ángulo de fricción de los planos de discontinuidad, el ángulo de fricción básico de la arenisca a lo largo del plano de diaclasa D<sub>3</sub> ( $\phi \simeq 30^\circ$ ), puesto que representa el modelo más desfavorable para los taludes.

En una segunda etapa, se modelaron con la ayuda de los métodos de equilibrio limite para cada zona homogénea los modos de falla observados en campo (y registrados en el inventario de procesos) en el cuaternario así: deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales y flujos de tierra; y para el macizo rocoso expuesto hacia la división de aguas, fallas planares y caídas de rocas, en especial para los bancos del tope de la secuencia estratigráfica en la cantera.

En los modelos estáticos se realizaron diferentes “corridas” con el fin de estructurar un análisis paramétrico y de sensibilidad a partir de los valores mecánicos obtenidos en el laboratorio y de las pruebas de campo, y de esta manera tener una percepción tanto del espectro probable de variación de parámetros de resistencia, como del grado de estabilidad.

### 5.2.1 ANÁLISIS CINEMÁTICO.

En este análisis se evaluaron los modos probables de falla para múltiples orientaciones de las laderas naturales entalladas principalmente en roca, zonas homogéneas LER y TAR (véase **Plano. 7**). De esta forma, se consideraron en los taludes del límite occidental, orientaciones dominantes al NW/NE (**Tabla 5.2** y el **Plano 6**).

Bajo las condiciones geométricas mencionadas para los taludes, los cuales representan las superficies libres de movilización, y del patrón estructural reseñado en el Capítulo 4, numeral 4.4.1.1, el análisis cinemático permite concluir que para la mayor parte de las laderas no existe posibilidad de falla planar o en cuña (véase el **Anexo 5B**). Este fenómeno tiene explicación por tres fundamentos básicos así:

- Algunas de las laderas no se encuentran paralelas a las familias promedio de discontinuidades.
- Los buzamientos de los planos estructurales, desfavorablemente orientados (p.e. con rumbo paralelo a las laderas) son superiores a las inclinaciones de las laderas.
- Los azimuts de buzamiento de las cuñas muestran variaciones superiores a los 90° con relación a los azimuts de buzamiento de las superficies libres.
- El buzamiento de las cuñas potencialmente inestables, es menor tanto a la inclinación de los cortes como al ángulo de fricción interna de los planos de movilización.

Las laderas con orientaciones NS a N22E e inclinaciones entre 37 y 45 al NW, y los cortes con rumbo desde NS hasta N14E buzando en promedio 55 al SE son las únicas que presenta posibilidad cinemática de falla planar por los planos  $E_1 = N16E/31NW$ , y  $D_2 = N10E/48SE$  (**Tabla 5.2**).

Los taludes L9 (N09W/55NE), L15 (N14W/56NE), L16 (N14E/48SE), L18 (N02E/58SE) y L22 (N12E/554SE), circunscritos principalmente en los escarpes rocosos del flanco occidental Barrio Corinto, evidencian configuración cinemática de falla por cuña a lo largo de las intersecciones I4 (N02W/47NE), I5 (N04E/48SE), I6 (NS/40E). Por su parte, los bloques que pueden movilizarse entre los cortes L25 a L29, pertenecientes al barrio El Triángulo, lo realizan a lo largo de las cuñas I2: N09E/31NW e I3: N22W//25SW. En lo que respecta a las laderas del costado occidental de la cantera (L311, L33 y L34) la posibilidad cinemática de falla se realiza de forma equivalente a los últimos cortes, es decir por las intersecciones I2 e I3.

Finalmente, la falla por volteo está restringida y se concentra sólo a unas muy pocos taludes: L20, L30 Y L34. Este mecanismo de falla, empero, presenta serios inconvenientes para su desarrollo. El primero de ellos está relacionado con la poca inclinación de los taludes, el segundo con la baja persistencia modal de las discontinuidades y el tercero, parte de la composición estratigráfica de las laderas dominada por intercalaciones de bancos de arenisca de hasta 4 m y, niveles arcillolíticos gruesos que impiden la continuidad de los planos de diaclasamiento y exhiben un comportamiento plástico.

Los resultados mencionados pueden entenderse como una confirmación de las condiciones de estabilidad en las exposiciones del macizo rocoso, puesto que los bloques críticos se movilizan en conjunto bien como falla planar o bien como falla en cuña.

### 5.2.2 ANÁLISIS ESTÁTICO.

Con este tópico se pretende, para los taludes potencialmente inestables en el frente de explotación, más que obtener valores absolutos del factor de seguridad para condiciones unitemporales, como puede ser el caso de un talud seco sin sismo, ilustrar el espectro de posibilidades (análisis de sensibilidad) para el que aquéllos pueden mantenerse estables o fallar.

El significado del factor de seguridad tiene mayor relevancia cuando se expresa en términos de probabilidad de falla, que cuando se deja como un valor numérico sin dar una explicación física. De otro lado, el factor de seguridad reportado en estudios geotécnicos está ligado normalmente con las condiciones más críticas, no siempre válidas, y no con las más probables a las que podría someterse una ladera, máxime si tiene en cuenta la difícil y dispendiosa tarea de obtenerlas.

Bajo los lineamientos anteriores, se definieron 18 secciones de análisis denominadas desde A-A' hasta T-T' (**Figura A – 19 del Anexo 5A**), sobre las cuales se evaluaron 29 laderas que cubrieron la totalidad de las zonas homogéneas de acuerdo con la probable dirección de movilización de las masas potencialmente inestables (véase **Plano 7**). Se asume entonces, que el grado de estabilidad de cada una de ellas es equivalente para la región (zona homogénea) a la cual pertenece. (Veánse **Figuras A- 20 a A- 33, Anexo 5A**).



El lector puede apreciar de los modelos ilustrados en las **Tablas B-1 a B-25** del **Anexo 5B**, el papel complementario del patrón estructural en las condiciones de inestabilidad actual de los taludes, especialmente en los procesos recientes.

En general, los taludes en condiciones de estabilidad marginal entallan una buena proporción de la superficie del área de estudio (**Plano 5**). Los mecanismos son falla traslacional superficial, deslizamientos rotacionales y flujos de tierra, donde los materiales involucrados son: depósitos coluviales arcillosos (Qc1, Qc2, Qfl), suelos residuales y rellenos antrópicos. La profundidad máxima de los movimientos no supera los 4.0 m y su movilización se realiza cerca al contacto con la roca, sobre planos de rotura que oscilan entre 14° y 35°.

La **Tabla 5.1** discrimina los fenómenos asignados por zona homogénea, bien sean desarrollados o potenciales, y los perfiles de análisis. Por lo tanto, para el análisis estático de las laderas se adoptó como método de evaluación el Equilibrio límite, específicamente la propuesta de Janbu, y como herramienta de trabajo el programa PCSTABLE 6 (1997).

Definidos los tipos de falla por estudiar, el siguiente paso consistió en formular un análisis paramétrico y de sensibilidad para cada uno de los taludes en estudio según los principales mecanismos (i. e. Falla traslacional y rotacional). Es decir, para los casos que involucraban deslizamientos activos, estabilizados y potenciales avanzados, se determinaron los valores de cohesión y del ángulo de fricción movilizados en la falla, que permitieran obtener un factor de seguridad equivalente a la unidad, en este sentido se tomaron como puntos de partida los parámetros obtenidos durante la investigación geotécnica. Los registros que cumplieron con tal condición se adoptaron como valores promedio.

En cuanto a las unidades actualmente estables, con los parámetros de resistencia promedio, se definieron los planos de falla críticos y el factor de seguridad. Con la superficie hipotética se ajustaron valores de cohesión y fricción, si los factores de seguridad asociados no correspondían con las condiciones observadas en campo. La conclusión de esta actividad se encuentra en la **Tabla 5.3**, en la que cada ladera de estudio quedó definida por un espectro probable de parámetros ( $x$ ) con una media  $\mu_x$  y una desviación estándar  $\sigma_x$ . El conjunto posible de valores de cohesión ( $c$ ) y fricción ( $\phi$ ) sirvieron de soporte en la cuantificación de la condición de estabilidad.

La **Tabla 5.3** presenta un resumen de análisis en términos de factores de seguridad para cada uno de los cuerpos activos y potencialmente activos, de acuerdo con los mecanismos de falla descritos anteriormente y dentro del intervalo probable de parámetros de cada material y niveles de agua y sismo. De ella se puede apreciar que los taludes A-A1, B-B2 (LC2), D-D1 (LC2, ladera inferior) y F-F1 (LC2), pertenecientes a la parte alta (occidental) del barrio el Triángulo; L-L1 (LCSR), M-M1 (LC1) y M-M2 (LCSR) establecidos cerca de la divisoria de aguas en el barrio Triángulo Alto y R-R2 (LCSR) –extremo nororiental de Corinto- evidencian condiciones de estabilidad aceptable.

Estos, permanecerían estables aún para condiciones extremas de agua y de aceleración sísmica. En este sentido sólo podrían esperarse fallas de las laderas, en un modelo de disminución progresiva de los parámetros de resistencia en el plano de deslizamiento y para una posición permanente de la tabla de agua en la superficie del terreno.

Los depósitos de las laderas B-B1, C-C1, G-G2, J-J2 (parte inferior del barrio Triángulo), N-N1, S-S1 y T-T3 (periferia sur de Corinto) arrojan evidencias de falla. Los factores de seguridad bordean la unidad, y la activación de los mantos tiene lugar cuando se encuentran parcialmente saturados, sin sismo (véase **Tabla 5.3**). Las masas pueden permanecer temporalmente estables en estado seco, si y solo si movilizan toda su cohesión. El aporte del ángulo de fricción es menor, máxime si se toma en cuenta que en algunos casos los parámetros de resistencia presentes en la superficie de falla se encuentran cerca de los residuales. Las consecuencias de la reactivación de los cuerpos inestables, salvo en las laderas S-S1 y C-C1 serían leves, pues las viviendas cercanas han sido ya reubicadas (7-3, 14-1, 14-2, 14-3, 14-4, 14-6, 13-2, 13-3, 13-4, 15-1, 15-6, del Barrio Triángulo; 10-10 del Barrio Manantial y 15-2, 15,3 15-6, 15-7, 15-8, 26-8 del Barrio Corinto). No obstante, desde ya queda explícita la necesidad de detener cualquier intento de repoblamiento.

Las laderas restantes, D-D2 (LC3), E-E1 (LC2), F-F2, G-G1, G-G3 (LC2 en triángulo) y O-O1 (Triángulo Alto) aunque muestran en estado seco aceptables márgenes de estabilidad ( $F.S. > 1.3$ ), su activación puede tener lugar en condiciones extremas de agua y sismo, y aún sin éste último. Sin embargo, estas unidades hacen parte de las áreas de menor aporte de aguas servidas, a diferencia de las inmediatamente anteriores donde el factor antrópico es determinante en su comportamiento, lo cual explica la poca presencia de procesos de inestabilidad.

En este sentido sólo podrían esperarse fallas de las laderas, en un modelo de disminución progresiva de los parámetros de resistencia en el plano potencial de deslizamiento y para una posición permanente de la tabla de agua en la superficie del terreno.

### **5.3 EVALUACIÓN DE AMENAZA ACTUAL.**

La estimación de la amenaza, entendida como probabilidad de falla de que ocurra un evento, puede hacerse mediante análisis cuantitativo o por métodos puramente empíricos (cualitativos). En el primer caso, la amenaza es función de múltiples factores que controlan la estabilidad de una ladera, ya sean internos o externos, los cuales están expresados como variables aleatorias, debido a que no son parámetros constantes y en ocasiones son desconocidos. En el segundo caso, los componentes se evalúan subjetivamente y se asignan rangos de intensidad.

Debido a la escala de trabajo del proyecto (1:1000) se contempló el empleo de un método cuantitativo (técnica determinística) con el fin de evaluar la amenaza. Para ello se siguieron los lineamientos de probabilidad de falla presentados por Hoek (1996) en el curso teórico - práctico “Decisiones prácticas y riesgos aceptables en ingeniería de rocas” y que se apoya en el planteamiento de Montecarlo; y en la aproximación probabilística del Método de Estimación de Punto (PEM) propuesto por Rosenblueth (1975). Este último empleado como sistema de verificación.

La evaluación de amenaza requirió como insumos: conocer los mecanismos de falla, en este sentido se recurrirá a los que fueron tratados en el numeral 5.1(análisis de estabilidad), y las funciones de probabilidad de las variables involucradas. Dichos elementos ligados con el método de análisis de estabilidad más conveniente, permiten determinar las curvas de probabilidad para cada uno de los taludes en estudio.

Si bien el análisis en principio se realizó para los casos individuales, simulando dos periodos de trabajo, uno actual y otro a 10 años, la probabilidad condicional de falla obtenida en cada uno fue elemento fundamental en la definición de las curvas de probabilidad de falla de la zona de estudio por mecanismo de falla. Estas gráficas condujeron a la elaboración de los Mapas de Amenaza.

### 5.3.1 VARIABLES ALEATORIAS.

Las variables aleatorias para los mecanismos de rotura seleccionados, están relacionadas con los cambios espaciales de los materiales geológicos, parámetros de resistencia al corte; y con las condiciones ambientales: aceleración del terreno para un sismo dado y el nivel del agua.

Cada variable aleatoria fue descrita por una función de probabilidad a partir de una media ( $\mu_x$ ) y la desviación estándar ( $\sigma_x$ ). Así, para los coeficientes de resistencia,  $c$ ,  $\phi$ , las medias fueron tomadas del análisis de sensibilidad. En este sentido se adoptaron como valores promedio los registros del escenario probable actual para las condiciones de agua y sismo en cada unidad de ladera estudiada (**Tabla 5.1**). Por su parte, la desviación estándar se definió, a criterio del consultor, como el 20% del valor promedio, con lo que resultó una desviación de 2° a 6° para el ángulo de fricción y de 0.1 a 0.7 Ton/m<sup>2</sup> en la cohesión, para todos los materiales.

La función de densidad de probabilidad para la profundidad del agua se ajustó a una distribución exponencial, donde las menores profundidades poseen la más alta posibilidad de acontecer. Por último, la frecuencia de ocurrencia del sismo fue tomada de la curva de recurrencia sísmica de Colombia y presentada en el Manual de Amenaza Sísmica, 1999.

### 5.3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y ZONIFICACIÓN.

Fijos los comportamientos de las fuentes incertidumbre, las funciones de probabilidad de las variables se constituyeron en elementos fundamentales para la determinación de la función de probabilidad de falla de cada uno de los taludes potencialmente inestables estudiados en el numeral anterior.

En este sentido se realizaron múltiples corridas, contemplando para el método de Hoek (1996) sólo los valores de las variables en el intervalo  $\mu_x - \sigma_x$  y  $\mu_x + \sigma_x$ , con el fin de determinar el factor de seguridad (en cada caso) o para escenarios extremos de los parámetros de resistencia:  $C_{min}$ ,  $\phi_{min}$ ,  $C_{max}$ ,  $\phi_{max}$ , entre otros; y de acuerdo con la acción individual o conjunta de los detonantes y para el tiempo de exposición considerado, si se trata del método de Rosenblueth.

Con los factores de seguridad (F.S) obtenidos se calcularon las curvas de densidad, a partir de las cuales se obtuvo la probabilidad de falla. Definida como la relación entre el área bajo la curva para niveles del F.S menores a la unidad, y el área total de la curva.

Las funciones de distribución del factor de seguridad, y de la probabilidad acumulada para cada ladera (cortes desde A-A1 hasta T-T3) y condición de estudio se presentan en las **Figuras 5.1 a 5.28** y en la **Tabla 5.4**. Las gráficas indican que se ejecutó un número suficiente de iteraciones, para las diferentes combinaciones de variables.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que la probabilidad de falla de los taludes A-A1, B-B1, C-C1, C-C2, E-E1, G-G1, G-G2, H-H1 y J-J2, en el barrio El Triángulo; N-N1 y O-O1, límite oriental de Triángulo Alto y S-S1 y T-T3, en Corinto para mecanismos de falla traslacional y rotacional detonados por la conjugación de aguas lluvias y vertidas, varían desde el 45% hasta el 83%. Ésta representa un nivel de amenaza alto a muy alto que confirma la actividad de tales laderas, conclusión presentada en el numeral 5.2.2 donde se exponía la crítica condición de estabilidad de las mismas.

Dichas laderas, predominantemente coluviales (LC1 y LC2) y de flujo (LFL) entallan buena parte del desarrollo de los Barrios Corinto y Triángulo; lugar este último donde se hace necesario planificar el desarrollo futuro, encaminado a restringir el uso de las mismas, máxime si se observa que la probabilidad de falla para un periodo de 10 años, aumenta notablemente hacia áreas contiguas (Plano 11).

Las secciones de análisis D-D1, D-D3 y M-M2, por el contrario, exhiben comportamiento estable con probabilidades de falla desde cero hasta 0.05. Ellas se enmarcan sobre suelos coluviales (LC2 y LC3) y residuales (LCSR) y se ubican en el costado norte del barrio Triángulo y en la mayor parte de Triángulo Alto.

Finalmente, los cortes analizados D-D2, F-F1, F-F2, G-G3, L-L1, L-L2, M-M1, P-P2, Q-Q1, R-R2 y T-T1 representan zonas con probabilidades de falla entre 0.05 y 0.35. Estas ocupan el marco principal del barrio Corinto, el costado occidental de los barrios Triángulo y Triángulo Alto.

La **Tabla 5.4** presenta una compilación de las funciones de distribución de falla para las condiciones actual y a 10 años, en los taludes estudiados obtenidas por el Método de Estimación de Punto, de acuerdo con los valores extremos de los parámetros de resistencia ( $c$  y  $\phi$ ) y por el método de Montecarlo; en ella se pueden corroborar claramente las apreciaciones reseñadas en los párrafos anteriores. De igual manera, se puede concluir, de acuerdo con la contrastación entre los resultados y la evaluación en campo, que el método de la estimación de punto en algunos casos subestima la probabilidad condicional con respecto al segundo método; las diferencias porcentuales promedio entre uno y otro son del 32%. Para el presente estudio, la zonificación de amenaza se realizó teniendo cuenta la propuesta de Montecarlo, debido a que con ella se consiguen los mejores reportes.

Con el ánimo de determinar la probabilidad de falla ( $P_f$ ) para cualquier ladera según el tipo de proceso de remoción en masa, conocido su factor de seguridad ( $F_s$ ), se estimó la mejor correlación entre los dos componentes ( $P_f$  y  $F_s$ ), denominada curva general de probabilidad de falla, la cual fue obtenida calculando el factor de seguridad de los taludes con el valor promedio de las variables aleatorias ( $c$ ,  $\phi$ ,  $a$ , y  $hw$ ) al que se le asignó la probabilidad condicional en el ambiente actual.

Las curvas de relación de probabilidad de falla por tipo de fenómeno y por tiempo de exposición, así obtenidas, se presentan en las **Figuras 5.29 a 5.32**. Con ayuda de ellas y conocida la composición estratigráfica y geotécnica de cada ladera de estudio y las distancias de viaje de las masas potenciales, fue posible obtener algunos de los productos más importantes de este trabajo, los Mapas de Zonificación por Amenaza Actual y a 10 años (**Planos 10 y 11**, respectivamente).

En este sentido el área de estudio quedó dividida en tres categorías, catalogadas como de amenaza: baja, media y alta, a partir del factor de seguridad con base en una adaptación realizada en el proyecto a las

categorías de amenaza relativa planteadas por González y Millán (1999) en el estudio de Zonificación de Santa Fe de Bogotá, así:

FS	Categoría de Amenaza
>1.7	Baja
1.1 – 1.7	Media
<1.1	Alta

La mayoría de sectores con amenaza alta, se localizan en los barrios Triángulo y Corinto. Sin embargo, el primero, posee el área potencial útil más grande (en zonas de amenaza baja) hacia los flancos cercanos a la vía antes de intersectar el patio de la cantera. Aunque Corinto es un barrio más densamente poblado que Triángulo, su condición de amenaza (variando entre media y alta), sugiere priorizar los trabajos de conducción de aguas para reducir los niveles de amenaza.

No obstante, para el periodo de exposición de 10 años, la condición de amenaza en El Triángulo cambia notablemente frente a los otros dos barrios, mientras que en Corinto, la conserva totalmente. De esta forma, se concluye que en El Triángulo muy pocas áreas pueden ser habitadas y debe hacerse una intensa labor de reducción de amenaza que abarque desde la construcción de sistemas de dotación urbana, acueducto y alcantarillado, hasta trabajos específicos de estabilización en zonas como LSRA, LSRB, LC1B.

#### 5.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los trabajos realizados se concluye que las laderas con mayor potencial de amenazas son: A-A1 (LSRA), B-B1 (LSRB), C-C1 (LSRA), C-C2 (LC1B), E-E1 (LC2A), G-G1 (LC2A), G-G2 (LC2A), G-G3 (LC2B), H-H1 (LFL), J-J2 (LFL), L-L2 (LCSR), N-N1 (LC1A), O-O1 (LC1B), S-S1 (LC1), T-T3 (LSRA); con marcado dominio de deslizamiento traslacionales. Aunque en número, la mayor densidad de procesos son de este tipo, una importante extensión de terreno es cubierta por los flujos de tierra, mientras que áreas más pequeñas son producidas por caída de rocas.

Los procesos de inestabilidad en general involucran espesores de material no superiores a 4 metros con magnitudes de daño consideradas como moderadas y de velocidad lenta, no catastrófica que permitirían poner en marcha sistemas de atención de emergencias.

Si bien alrededor del 50% del área de estudio está catalogada como de amenaza alta, sólo las zonas homogéneas LSRA (CC1 y TT), LSRB (BB1), LC1A (NN1, OO1), LC1B (CC2) se encuentran densamente pobladas, por lo que requieren atención prioritaria; las superficies restantes constituyen sectores no poblados o con programas de reubicación muy adelantadas como en la zona homogénea LC2A (GG1).

Las zonas de amenaza alta se encuentran: en la franja limítrofe de los Barrios Triángulo Alto (manzana 9), Manantial (Manzana 10), Corinto (manzana 15), sector I; en el área de influencia del enorme flujo de tierra que se desprende del Barrio Triángulo Alto y que finaliza cerca de la Quebrada Triángulo, sector II; en el ingreso al Barrio El Triángulo entre las manzanas 3 y 9, sector III; y en el extremo sur del Barrio Corinto (manzanas 25, 26, 27 y 29). La priorización y el predimensionamiento de las obras serán contemplados en

---

detalle en el capítulo 7.

El manejo de las zonas pertenecientes a los Barrios Corinto y Triángulo Alto, se hace más complicado por la densidad de construcciones y de habitantes, y por la dificultad en el acceso. Allí, los eventos resultan catastróficos debido a la tipología de las viviendas, y a las pendientes altas, aunque la magnitud de los procesos no lo sea tanto; el manejo de estas áreas puede involucrar bien la remoción de las masas inestables con espesor no superior a 3 m, la implementación de obras de estabilización locales, en las que las viviendas no habitadas de las familias reubicadas pueden ser aprovechadas como contrapeso favoreciendo la estabilidad y, la disposición de mallas de contención para caídas de bloques. La zona homogénea LC1 (SS), es el único sitio donde las soluciones son diferentes, estas contemplan la implementación exclusiva de sistemas de drenaje y subdrenaje.

La más importante cantidad de procesos activos se desarrolla en los sectores II y III donde el control debe consistir básicamente en la implementación de sistemas de subdrenaje, líneas de evacuación de aguas y estructuras locales de contención. Algunas de ellas responsabilidad de la DPAE y otras, las de mayor envergadura, como la construcción de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, de injerencia de la EAAB.

Como normalmente los fenómenos son disparados por la combinación de aguas lluvias y vertimientos domésticos, éste último de gran importancia en el área de estudio como lo muestra el Plano 1, la solución de los problemas radica en el control de esta situación, con la construcción de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario. Adicional a este marco, se recomienda la pavimentación de la vía de acceso y construcción de obras de arte con el fin de evitar la infiltración de las aguas que en la actualidad corren libres a lo largo de la banca y contribuyen a la inestabilidad, actividades de pecunio del IDU.

Finalmente, las unidades LF1, LC2A, TAR y LC1A (Sección S-S Barrio Corinto) se deben definir como restringidas para uso diferente a la recreación pasiva, adicionalmente debe acometerse una intensa labor de mejoramiento ambiental con especies arbóreas que ayuden a controlar los excesos de agua.

## **TABLAS**

**TABLA 5.1**  
**CUADRO RESUMEN DE LAS SECCIONES DE ANALISIS EMPLEADAS EN LA EVALUACION DE LA AMENAZA**

Sección	Ladera	Unidad Geomorf.	Material	Zona Homogenea	c' (Ton/m <sup>2</sup> )		φ' (°)		Mecanismo de falla		Espesor de material fallado (m)	Angulo del plano de falla (°)	F. S. Cond. promedio
					Promedio	Desv. Estand.	Promedio	Desv. Estand.	Potencial	Presente			
A - A'	AA1	LSR	Qc1	LSRa	0.5	0.5	12.5	2.5		Rotacional	1.5	-	1.18
B - B'	BB1	LSR	Qa	LSRb	0.5	0.1	24.0	5.0	Planar		1.0	41.0	0.79
	BB2	LC2	Qcr	LC2a	0.9	0.2	18.4	3.7	Rotacional		1.4	-	1.35
C - C'	CC1	LSR	Qc (Inferior)	LSRa	0.7	0.2	12.5	2.5		Planar	3.0	26.0	0.96
	CC2	LC1	Qc	LC1b	0.5	0.1	12.5	2.5		Planar	2.5	18.0	1.10
D - D'	DD1	LC2	Qc2 (Inferior)	LC2a	0.9	0.2	18.4	3.7	Planar		1.5	31.0	1.48
	DD2	LC2	Qc2 (Superior)	LC2b	1.5	0.3	18.4	3.7	Rotacional		2.5	-	1.17
	DD3	LC3	Qc3 (Medio)	LC3	0.1	0.1	18.4	3.5	Planar		2.0	14.0	1.37
E - E'	EE1	LC2	Qa	LC2a	0.7	0.2	18.4	3.7		Rotacional	3.5	-	0.90
F - F'	FF1	LC2	Qc2 (Inferior)	LC2a	0.9	0.2	18.4	3.7	Planar		1.5	22.0	1.23
	FF2	LC2	Qc2 (Superior)	LC2b	1.0	0.2	18.4	3.7	Planar		1.5	36.0	1.09
G - G'	GG1	LC2	Qc1 (Inferior)	LC2a	0.7	0.2	18.0	3.5		Rotacional	2.0	-	0.81
	GG2	LC2	Qc1 (Superior)	LC2a	0.7	0.2	18.0	3.5		Rotacional	1.5	-	0.72
	GG3	LC2	Qc2	LC2b	1.1	0.2	18.4	3.7	Planar		1.7	32.0	1.05
H - H'	HH1	LFL	Qfl	LFL	0.5	0.1	18.2	2.5		Planar	5.0	14.0	0.91
I - I'	II1	TAR	Arcillolita	TAR	3.0	0.7	35.0	5.0	Cuña		4.0	10.0	3.62
J - J'	JJ2	LFL	Qfl	LFL	0.2	0.1	15.0	3.0		Planar	3.0	19.0	1.00
L - L'	LL1	LCSR	Sr (Inferior)	LCSR	0.5	0.1	20.0	4.0	Planar		1.3	15.0	1.79
	LL2	LCSR	Sr (Superior)	LCSR	0.6	0.1	20.0	4.0	Planar		1.0	26.0	1.08
M - M'	MM1	LC1	Qc	LC1a	1.1	0.2	28.0	6.0	Rotacional		1.5	-	1.25
	MM2	LCSR	Sr	LCSR	0.9	0.2	20.0	4.0	Planar		2.0	15.0	2.12
N - N'	NN1	LC1	Qc1	LC1a	0.7	0.2	25.8	5.2		Planar	1.3	35.0	0.97
O - O'	OO1	LC1	Qc	LC1b	0.7	0.2	25.8	5.2		Planar	2.5	33.0	0.98
P - P'	PP2	LSR	Sr	LSRb	0.9	0.2	20.0	4.0	Planar		1.5	30.0	1.13
Q - Q'	QQ1	LCSR	Sr	LSRa	0.1	0.1	12.5	2.5		Planar	1.0	28.0	1.15
R - R'	RR2	LCSR	Sr	LCSR	0.7	0.2	20.0	4.0	Planar		1.5	23.0	1.17
S - S'	SS1	LC1	Qc	LC1	0.7	0.2	25.8	5.2		Planar	3.0	24.0	0.89
T - T'	TT1	LC2	Qc	LC2a	0.8	0.2	18.4	3.7		Rotacional	2.0	-	1.19
	TT3	LSR	Sr	LSRa	0.3	0.1	15.0	2.0		Planar	1.0	22.0	0.94



TABLA 5.2

RESUMEN DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CINEMÁTICO PARA LOS TALUDES DOMINANTES EN ROCA  
BARRIO TRIÁNGULO

TALUD	ORIENTACIÓN		CONDICIÓN ESTRUCTURAL			ANÁLISIS CINEMÁTICO (Hoek-1978)					
	RUMBO	BUZAMIENTO	REGIÓN ESTRUCTURAL	FAMILIAS PROMEDIO DE DISCONTINUIDADES	INTERSECCIONES PROMEDIO	FALLA PLANAR	FALLA EN CUÑA	FALLA POR VOLTEO			
L-1	N72W	12NE	1	E <sub>1</sub> : N16E/31NW D <sub>2</sub> : N10E/48SE D <sub>3</sub> : N85W/84NE D <sub>4</sub> : N76E/74SE	I <sub>1</sub> : N78W/02NE I <sub>2</sub> : N09E/31NW I <sub>3</sub> : N22W/25SW I <sub>4</sub> : N02W/47NE I <sub>5</sub> : N04E/48SE I <sub>6</sub> : N-S/40E						
L-2	N30W	45NE									
L-3	N48W	27NE									
L-4	N33W	34NE									
L-5	N71W	48NE									
L-6	N48E	30SE									
L-7	N14W	22NE									
L-8	N45W	46NE									
L-9	N09W	55NE							D <sub>2</sub>	I <sub>4</sub> , I <sub>5</sub> , I <sub>6</sub>	
L-10	N20E	44SE								I <sub>6</sub>	
L-11	N-S	44E								I <sub>6</sub>	
L-12	N41W	39NE									
L-13	N39W	34NE									
L-14	N54W	41NE									
L-14A	N23W	24NE									
L-15	N14W	56NE								I <sub>4</sub> , I <sub>5</sub> , I <sub>6</sub>	
L-16	N14E	48SE							D <sub>2</sub>	I <sub>4</sub> , I <sub>5</sub> , I <sub>6</sub>	
L-17	N25E	56NE									
L-18	N02E	58SE							D <sub>2</sub>	I <sub>4</sub> , I <sub>5</sub> , I <sub>6</sub>	
L-19	N28W	60NE									
L-20	N76E	63SE									D <sub>3</sub>
L-21	N47W	53NE									
L-22	N12E	54SE							D <sub>2</sub>	I <sub>4</sub> , I <sub>5</sub> , I <sub>6</sub>	
L-23	N58W	54NE									
L-24	N25W	45NE									
L-25	N15E	39NW							E <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	
L-26	N31W	57SW								I <sub>3</sub>	
L-27	N71W	14SW									
L-28	N21W	27SW								I <sub>3</sub>	
L-29	N30W	39SW								I <sub>3</sub>	
L-30	N81E	57NW									D <sub>4</sub>
L-31	N02E	45NW							E <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	
L-32	N67E	37NW									D <sub>4</sub>
L-33	N03W	45SW							E <sub>1</sub>	I <sub>2</sub> , I <sub>3</sub>	
L-34	N22E	37NW							E <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	
L-35	N70W	27NE									
L-36	N85W	27NE									
L-37	N77W	45NE									
L-38	N83W	45NE									

**TABLA 5.3**  
**RESUMEN DE FACTORES DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES TALUDES**

VARIABLES DE ANALISIS				SECCIÓN DE ANÁLISIS / UNIDAD GEOMORFOLÓGICA														
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	A-A1	B-B1	B-B2	C-C1	C-C2	D-D1	D-D2	D-D3	E-E1	F-F1	F-F2	G-G1	G-G2	G-G3	
				LSR	LSR	LC2	LSR	LC1	LC2	LC2	LC3	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2
				F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
$\Phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2.43	1.32	2.01	1.57	1.53	2.45	1.78	2.22	1.47	2.07	1.57	1.40	1.28	1.73	
$\Phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2.23	1.07	1.77	1.37	1.31	2.04	1.51	1.82	1.25	1.69	1.38	1.18	1.12	1.46	
$\Phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	0.33	1.10	1.53	1.27	1.39	1.98	1.49	2.09	1.40	1.70	1.23	1.05	0.91	1.42	
$\Phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	0.22	0.85	1.29	1.06	1.16	1.57	1.21	1.69	1.01	1.33	1.04	0.84	0.76	1.16	
$\Phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	2.02	1.14	1.71	1.26	1.26	1.93	1.46	1.74	1.15	1.64	1.36	1.19	1.13	1.45	
$\Phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1.86	0.93	1.51	1.10	1.08	1.61	1.25	1.43	0.98	1.35	1.20	1.01	1.00	1.24	
$\Phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.27	0.94	1.30	1.01	1.14	1.55	1.22	1.64	1.09	1.34	1.05	0.89	0.80	1.18	
$\Phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.18	0.73	1.10	0.84	0.95	1.24	0.99	1.32	0.79	1.05	0.90	0.71	0.67	0.98	
$\Phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2.18	0.88	1.59	1.15	1.11	1.85	1.18	1.54	0.88	1.49	1.19	0.94	0.81	1.19	
$\Phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2.09	0.79	1.48	1.06	0.98	1.64	1.11	1.31	0.82	1.32	1.17	0.87	0.80	1.11	
$\Phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.10	0.67	1.13	0.86	0.79	1.40	0.93	1.42	0.78	1.11	0.93	0.62	0.47	0.90	
$\Phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.07	0.58	1.02	0.76	0.84	1.18	0.83	1.18	0.60	0.95	0.84	0.55	0.45	0.82	
$\Phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	1.78	0.74	1.34	0.91	0.90	1.45	0.97	1.20	0.68	1.16	1.00	0.79	0.70	0.99	
$\Phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	1.72	0.68	1.24	1.85	0.80	1.29	0.91	1.02	0.63	1.03	1.00	0.74	0.70	0.93	
$\Phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.07	0.55	0.95	0.67	0.79	1.09	0.75	1.10	0.60	0.87	0.78	0.51	0.40	0.74	
$\Phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.05	0.49	0.86	0.05	0.68	0.93	0.67	1.92	0.47	0.74	0.72	0.46	0.39	0.68	
				SECCIÓN DE ANÁLISIS														
				A-A1	B-B1	B-B2	C-C1	C-C2	D-D1	D-D2	D-D3	E-E1	F-F1	F-F2	G-G1	G-G2	G-G3	
Valores paramétricos empleados en cada sección				$\Phi_{max}$	15.00	29.00	22.10	15.00	15.00	22.40	22.10	21.90	22.10	22.10	22.10	21.50	21.50	22.10
				$\Phi_{min}$	10.00	19.00	14.70	10.00	10.00	15.00	14.70	14.90	14.70	14.70	14.70	14.50	14.50	14.70
				C <sub>max</sub>	1.00	0.60	1.05	0.90	0.40	1.10	1.80	0.00	0.70	1.10	1.20	0.90	0.90	1.30
				C <sub>min</sub>	0.00	0.40	0.75	0.50	0.60	0.90	1.20	0.20	0.30	0.70	0.80	0.50	0.50	0.90

**TABLA 5.3 (Continuación)**  
**RESUMEN DE FACTORES DE SEGURIDAD PARA DIFERENTES TALUDES**

VARIABLES DE ANALISIS				SECCIÓN DE ANÁLISIS / UNIDAD GEOMORFOLÓGICA														
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	H-H1	J-J2	L-L1	L-L2	M-M1	M-M2	N-N1	O-O1	P-P2	Q-Q1	R-R2	S-S1	T-T1	T-T3	
				LFL	LFL	LCSR	LCSR	LC1	LCSR	LC1	LC1	LSR	LCSR	LCSR	LC1	LC2	LSR	
				F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1.63	1.64	2.95	1.43	1.99	3.16	1.63	1.68	1.59	1.55	1.80	1.68	1.94	1.58	
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1.29	1.33	2.37	1.14	1.70	2.73	1.33	1.26	1.33	1.41	1.40	1.23	1.66	1.40	
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1.53	1.53	2.51	1.26	1.65	2.95	1.30	1.45	1.37	1.46	1.56	1.48	1.48	1.14	
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1.19	1.22	1.93	0.99	1.33	2.51	1.00	1.02	1.10	1.32	1.16	1.02	1.20	0.97	
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1.23	1.24	2.20	1.30	1.72	2.43	1.38	1.37	1.42	1.34	1.52	1.36	1.62	1.26	
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	0.98	1.01	1.77	1.04	1.50	2.10	1.14	1.03	1.18	1.22	1.18	0.99	1.39	1.11	
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	1.16	1.16	1.87	1.14	1.43	2.26	1.09	1.17	1.22	1.26	1.32	1.18	1.23	0.91	
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.90	0.92	1.44	0.88	1.16	1.93	0.84	0.83	0.98	1.14	0.98	0.82	1.00	0.77	
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	0.87	1.09	2.18	1.18	1.20	2.32	1.02	0.95	1.27	1.22	1.36	0.99	1.38	1.06	
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	0.72	0.90	1.87	0.97	1.21	2.06	0.93	1.79	1.09	1.12	1.10	0.78	1.28	0.99	
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.78	0.98	1.75	1.01	0.93	2.11	0.71	0.73	1.05	1.13	1.13	0.79	0.95	0.67	
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.63	0.79	1.43	0.80	0.87	1.85	0.61	0.57	0.87	1.04	0.87	0.59	0.84	0.60	
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	0.65	0.81	1.61	1.07	1.02	1.76	0.85	0.75	1.12	1.05	1.14	0.77	1.14	0.85	
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	0.54	0.67	1.38	0.88	1.02	1.57	0.79	0.64	0.97	0.97	0.92	0.62	1.07	0.80	
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.58	0.73	1.27	0.91	0.78	1.60	0.57	0.57	0.92	0.97	0.94	0.61	0.78	0.52	
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.47	0.59	1.06	0.73	0.75	1.41	0.51	0.45	0.77	0.89	0.73	0.46	0.70	0.47	
				SECCIÓN DE ANÁLISIS														
				H-H1	J-J2	L-L1	L-L2	M-M1	M-M2	N-N1	O-O1	P-P2	Q-Q1	R-R2	S-S1	T-T1	T-T3	
Valores paramétricos empleados en cada sección				$\phi_{max}$	20.70	18.00	24.00	24.00	34.00	24.00	31.00	31.00	24.00	10.00	24.00	31.00	22.10	17.00
				$\phi_{min}$	15.70	12.00	16.00	16.00	22.00	16.00	20.60	20.60	16.00	15.00	16.00	20.60	14.70	13.00
				C <sub>max</sub>	0.60	0.30	0.60	0.70	1.30	1.10	0.90	0.90	1.10	0.00	0.90	0.90	0.60	0.40
				C <sub>min</sub>	0.40	0.10	0.40	0.50	0.90	0.70	0.50	0.50	0.70	0.20	0.50	0.50	1.00	0.20

**TABLA 5.4**  
**RESUMEN DE PROBABILIDAD DE FALLA PARA DIFERENTES TALUDES**

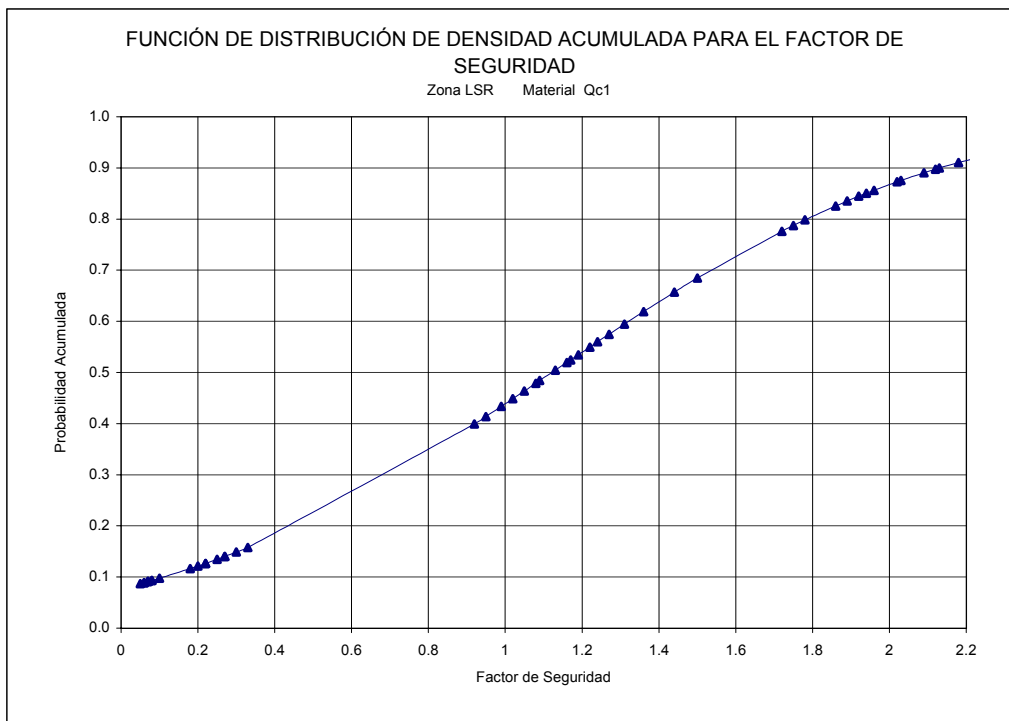
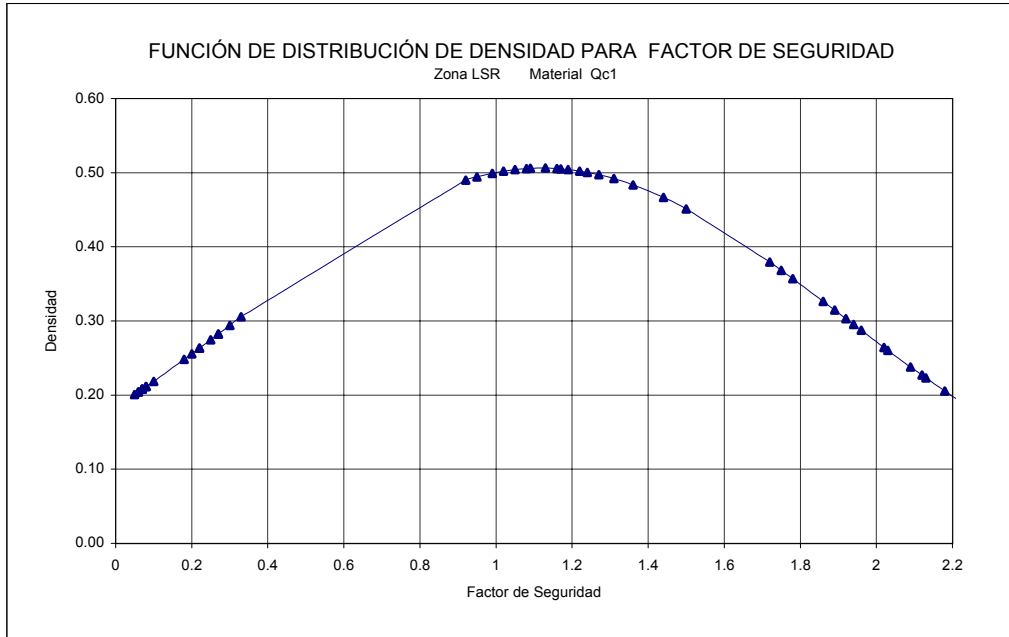
VARIABLES DE ANALISIS				SECCIÓN DE ANÁLISIS / UNIDAD GEOMORFOLÓGICA															
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	A-A1	B-B1	B-B2	C-C1	C-C2	D-D1	D-D2	D-D3	E-E1	F-F1	F-F2	G-G1	G-G2	G-G3		
				LSR	LSR	LC2	LSR	LC1	LC2	LC3	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2	LC2
				F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2.43	1.32	2.01	1.57	1.53	2.45	1.78	2.22	1.47	2.07	1.57	1.40	1.28	1.73		
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	2.23	1.07	1.77	1.37	1.31	2.04	1.51	1.82	1.25	1.69	1.38	1.18	1.12	1.46		
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	0.33	1.10	1.53	1.27	1.39	1.98	1.49	2.09	1.40	1.70	1.23	1.05	0.91	1.42		
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	0.22	0.85	1.29	1.06	1.16	1.57	1.21	1.69	1.01	1.33	1.04	0.84	0.76	1.16		
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	2.02	1.14	1.71	1.26	1.26	1.93	1.46	1.74	1.15	1.64	1.36	1.19	1.13	1.45		
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1.86	0.93	1.51	1.10	1.08	1.61	1.25	1.43	0.98	1.35	1.20	1.01	1.00	1.24		
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.27	0.94	1.30	1.01	1.14	1.55	1.22	1.64	1.09	1.34	1.05	0.89	0.80	1.18		
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.18	0.73	1.10	0.84	0.95	1.24	0.99	1.32	0.79	1.05	0.90	0.71	0.67	0.98		
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2.18	0.88	1.59	1.15	1.11	1.85	1.18	1.54	0.88	1.49	1.19	0.94	0.81	1.19		
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	2.09	0.79	1.48	1.06	0.98	1.64	1.11	1.31	0.82	1.32	1.17	0.87	0.80	1.11		
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.10	0.67	1.13	0.86	0.79	1.40	0.93	1.42	0.78	1.11	0.93	0.62	0.47	0.90		
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.07	0.58	1.02	0.76	0.84	1.18	0.83	1.18	0.60	0.95	0.84	0.55	0.45	0.82		
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	1.78	0.74	1.34	0.91	0.90	1.45	0.97	1.20	0.68	1.16	1.00	0.79	0.70	0.99		
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	1.72	0.68	1.24	1.85	0.80	1.29	0.91	1.02	0.63	1.03	1.00	0.74	0.70	0.93		
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.07	0.55	0.95	0.67	0.79	1.09	0.75	1.10	0.60	0.87	0.78	0.51	0.40	0.74		
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.05	0.49	0.86	0.05	0.68	0.93	0.67	1.92	0.47	0.74	0.72	0.46	0.39	0.68		
				SECCIÓN DE ANÁLISIS															
				A-A1	B-B1	B-B2	C-C1	C-C2	D-D1	D-D2	D-D3	E-E1	F-F1	F-F2	G-G1	G-G2	G-G3		
Probabilidad de falla (Pf) actual Método de Montecarlo :				0.45	0.79	0.09	0.47	0.40	0.05	0.31	0.08	0.63	0.17	0.35	0.73	0.83	0.32		
Probabilidad de falla actual Método PEM :				0.432	0.616	0.064	0.300	0.280	0.021	0.229	0.019	0.467	0.105	0.253	0.581	0.700	0.240		
Probabilidad de falla a 10 años Método PEM :				0.465	0.748	0.115	0.398	0.477	0.049	0.377	0.054	0.638	0.211	0.791	0.714	0.795	0.382		

**TABLA 5.4 (Continuación)**  
**RESUMEN DE PROBABILIDAD DE FALLA PARA DIFERENTES TALUDES**

VARIABLES DE ANALISIS				SECCIÓN DE ANÁLISIS / UNIDAD GEOMORFOLÓGICA													
Fricción	Cohesion (T/m <sup>2</sup> )	Lluvia	Sismo	H-H1	J-J2	L-L1	L-L2	M-M1	M-M2	N-N1	O-O1	P-P2	Q-Q1	R-R2	S-S1	T-T1	T-T3
				LFL	LFL	LCSR	LCSR	LC1	LCSR	LC1	LC1	LSR	LCSR	LCSR	LC1	LC2	LSR
				F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1.63	1.64	2.95	1.43	1.99	3.16	1.63	1.68	1.59	1.55	1.80	1.68	1.94	1.58
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Sin	1.29	1.33	2.37	1.14	1.70	2.73	1.33	1.26	1.33	1.41	1.40	1.23	1.66	1.40
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1.53	1.53	2.51	1.26	1.65	2.95	1.30	1.45	1.37	1.46	1.56	1.48	1.48	1.14
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Sin	1.19	1.22	1.93	0.99	1.33	2.51	1.00	1.02	1.10	1.32	1.16	1.02	1.20	0.97
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	1.23	1.24	2.20	1.30	1.72	2.43	1.38	1.37	1.42	1.34	1.52	1.36	1.62	1.26
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Sin	Con	0.98	1.01	1.77	1.04	1.50	2.10	1.14	1.03	1.18	1.22	1.18	0.99	1.39	1.11
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	1.16	1.16	1.87	1.14	1.43	2.26	1.09	1.17	1.22	1.26	1.32	1.18	1.23	0.91
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Sin	Con	0.90	0.92	1.44	0.88	1.16	1.93	0.84	0.83	0.98	1.14	0.98	0.82	1.00	0.77
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	0.87	1.09	2.18	1.18	1.20	2.32	1.02	0.95	1.27	1.22	1.36	0.99	1.38	1.06
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Sin	0.72	0.90	1.87	0.97	1.21	2.06	0.93	1.79	1.09	1.12	1.10	0.78	1.28	0.99
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.78	0.98	1.75	1.01	0.93	2.11	0.71	0.73	1.05	1.13	1.13	0.79	0.95	0.67
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Sin	0.63	0.79	1.43	0.80	0.87	1.85	0.61	0.57	0.87	1.04	0.87	0.59	0.84	0.60
$\phi_{max}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	0.65	0.81	1.61	1.07	1.02	1.76	0.85	0.75	1.12	1.05	1.14	0.77	1.14	0.85
$\phi_{min}$	C <sub>max</sub>	Con	Con	0.54	0.67	1.38	0.88	1.02	1.57	0.79	0.64	0.97	0.97	0.92	0.62	1.07	0.80
$\phi_{max}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.58	0.73	1.27	0.91	0.78	1.60	0.57	0.57	0.92	0.97	0.94	0.61	0.78	0.52
$\phi_{min}$	C <sub>min</sub>	Con	Con	0.47	0.59	1.06	0.73	0.75	1.41	0.51	0.45	0.77	0.89	0.73	0.46	0.70	0.47
				SECCIÓN DE ANÁLISIS													
				H-H1	J-J2	L-L1	L-L2	M-M1	M-M2	N-N1	O-O1	P-P2	Q-Q1	R-R2	S-S1	T-T1	T-T3
Probabilidad de falla (Pf) actual Método de Montecarlo :				0.58	0.45	0.03	0.39	0.20	0.00	0.53	0.56	0.23	0.15	0.29	0.58	0.23	0.59
Probabilidad de falla actual Método PEM :				0.422	0.331	0.005	0.311	0.177	0.000	0.411	0.306	0.172	0.071	0.156	0.440	0.166	0.445
Probabilidad de falla a 10 años Método PEM :				0.582	0.500	0.012	0.434	0.300	0.000	0.556	0.474	0.280	0.192	0.270	0.590	0.272	0.602

## FIGURAS

FIGURA 5.1  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION A - A' MODELO DE FALLA CIRCULAR



**FIGURA 5.2**  
**ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION B - B1' MODELO DE FALLA ROTACIONAL**

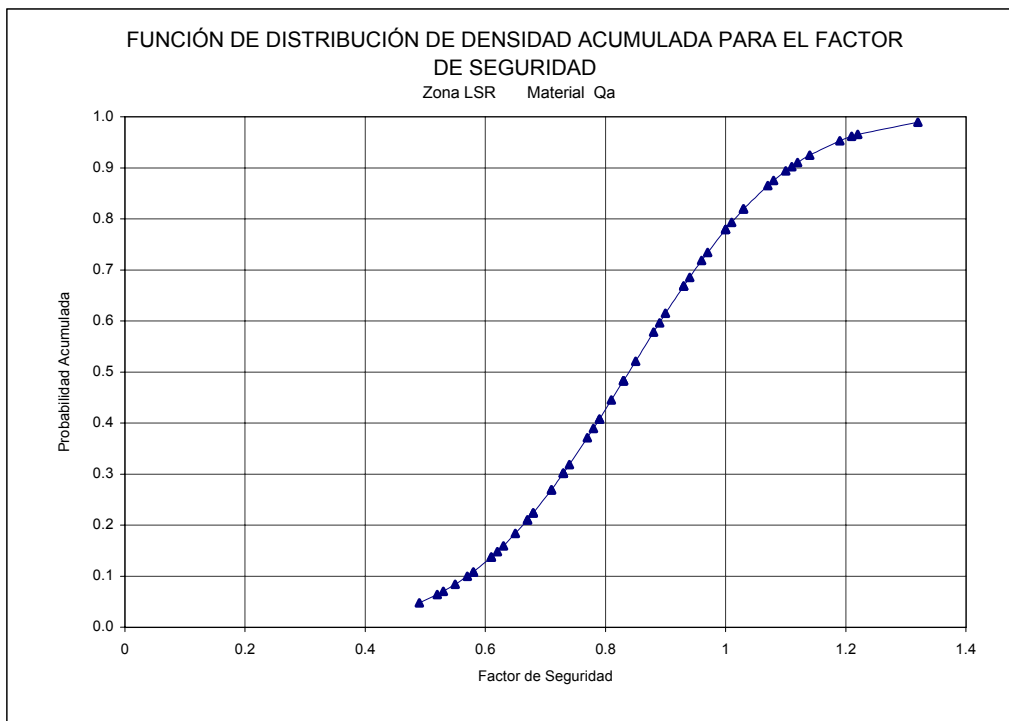
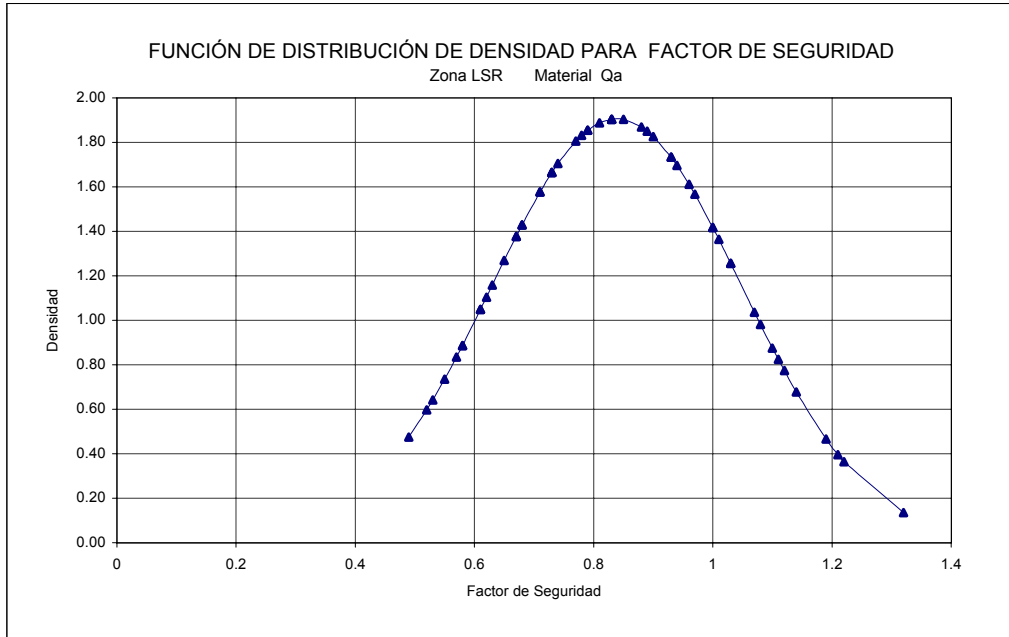
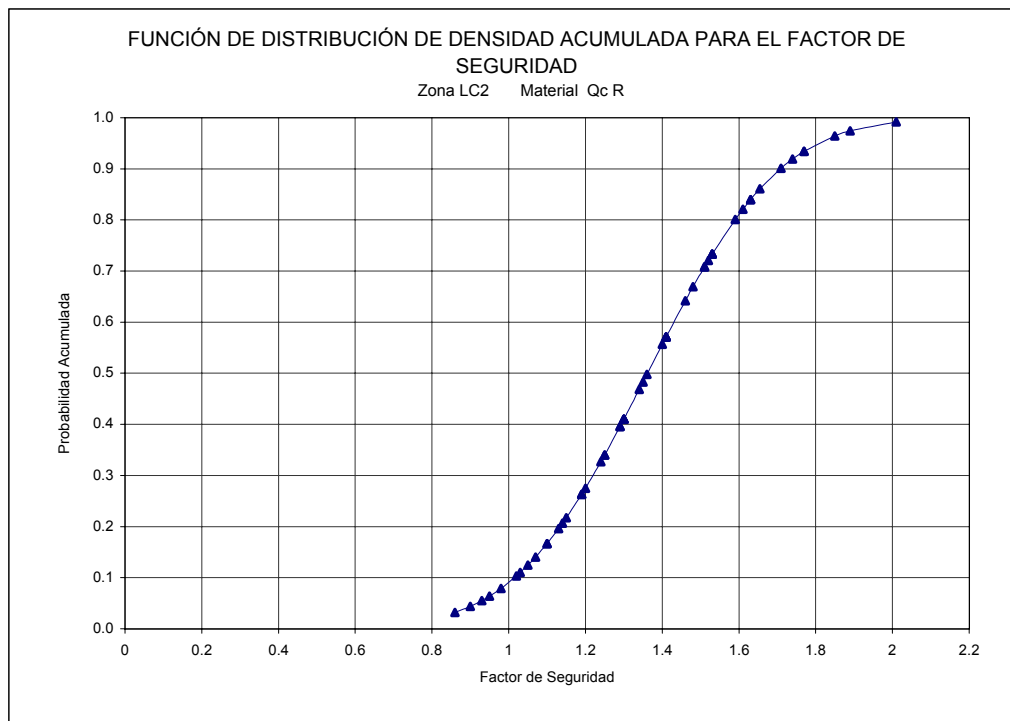
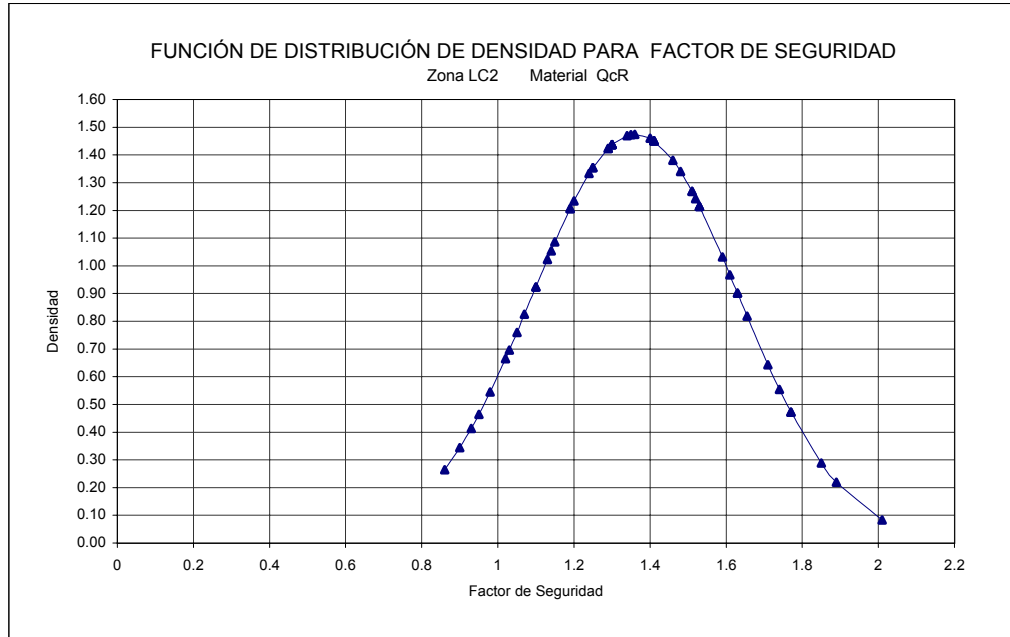




FIGURA 5.3  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION B - B2' MODELO DE FALLA ROTACIONAL



**FIGURA 5.4**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION C -C1' MODELO DE FALLA PLANAR**

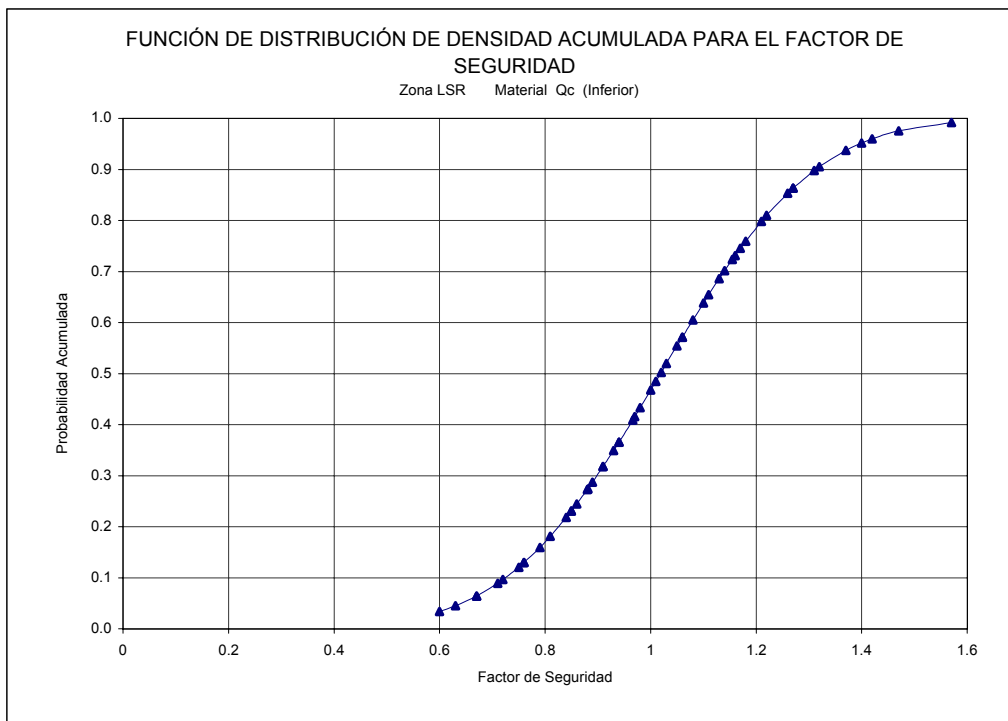
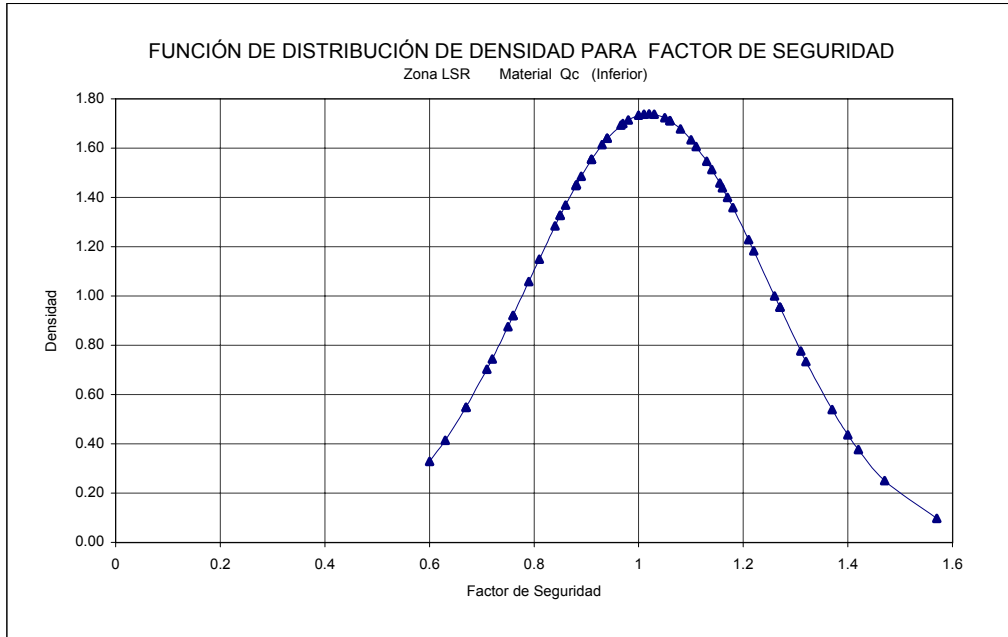
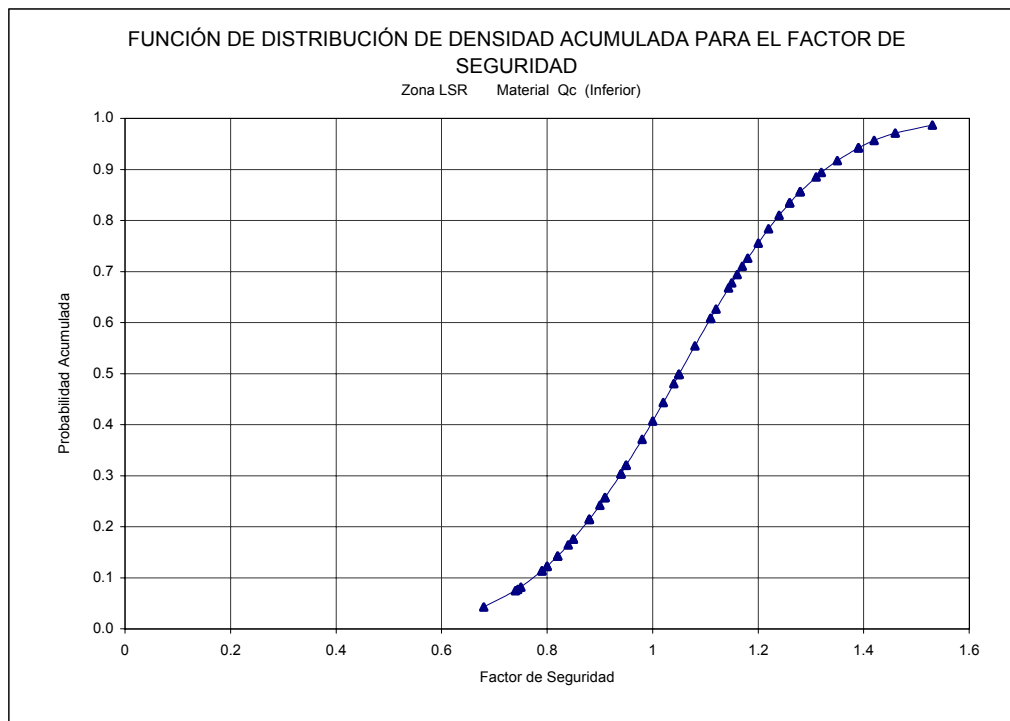
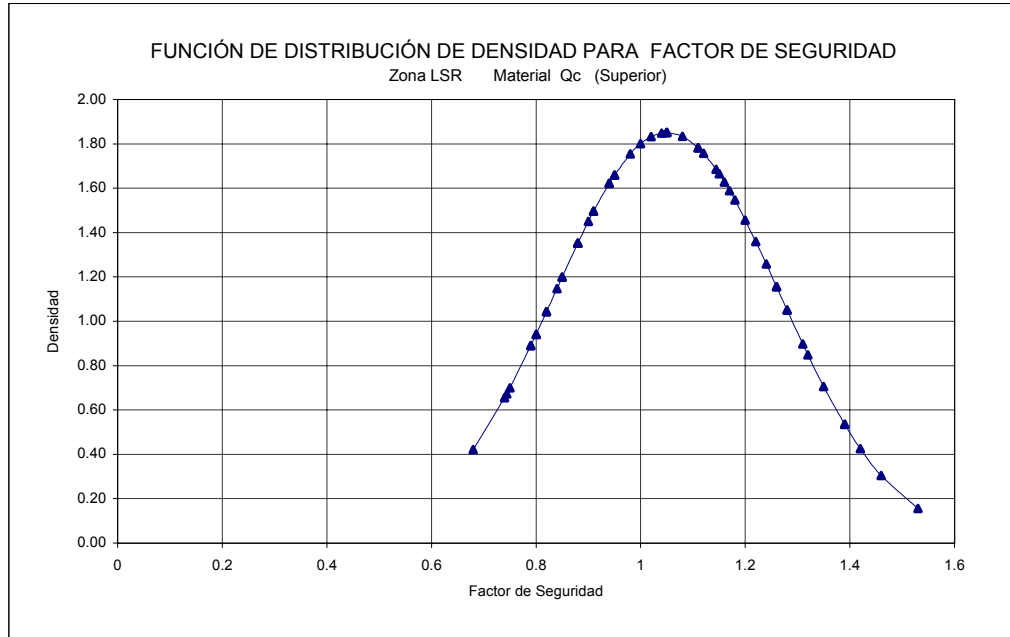
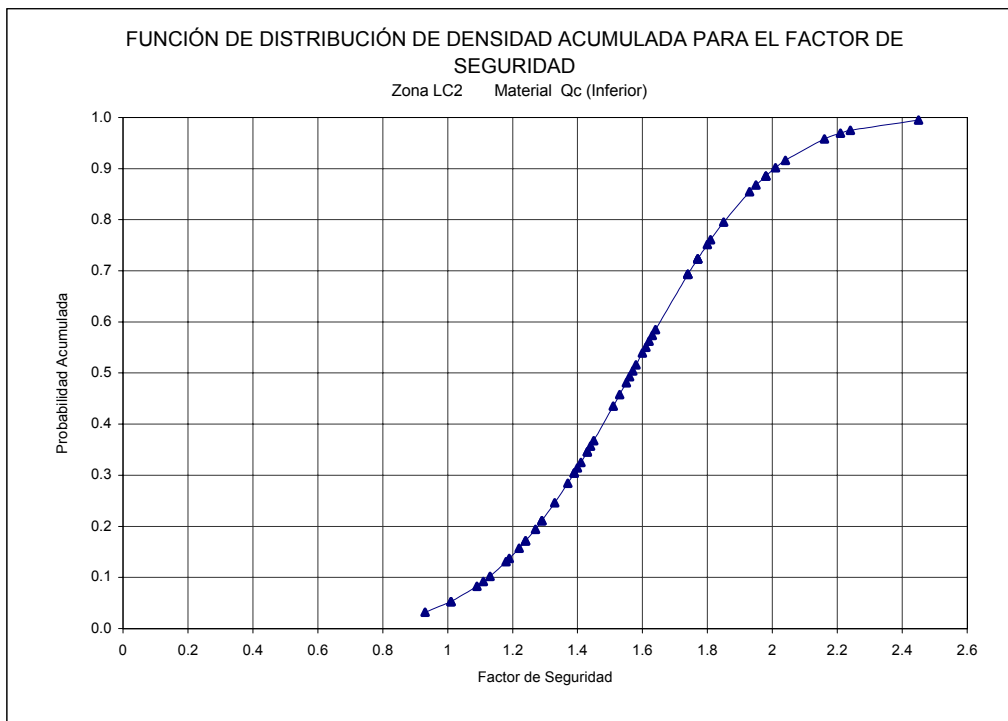
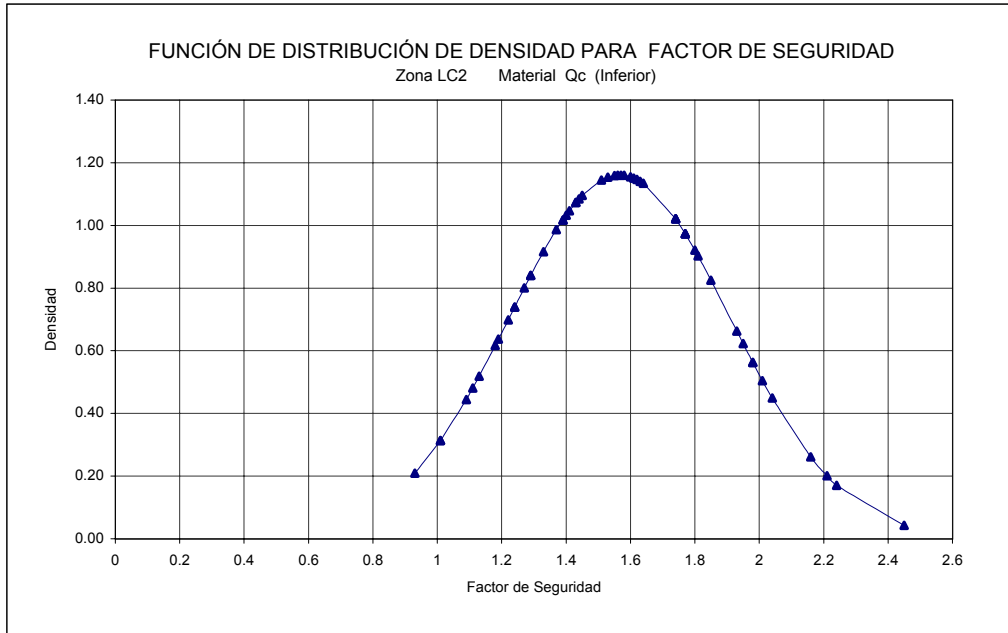


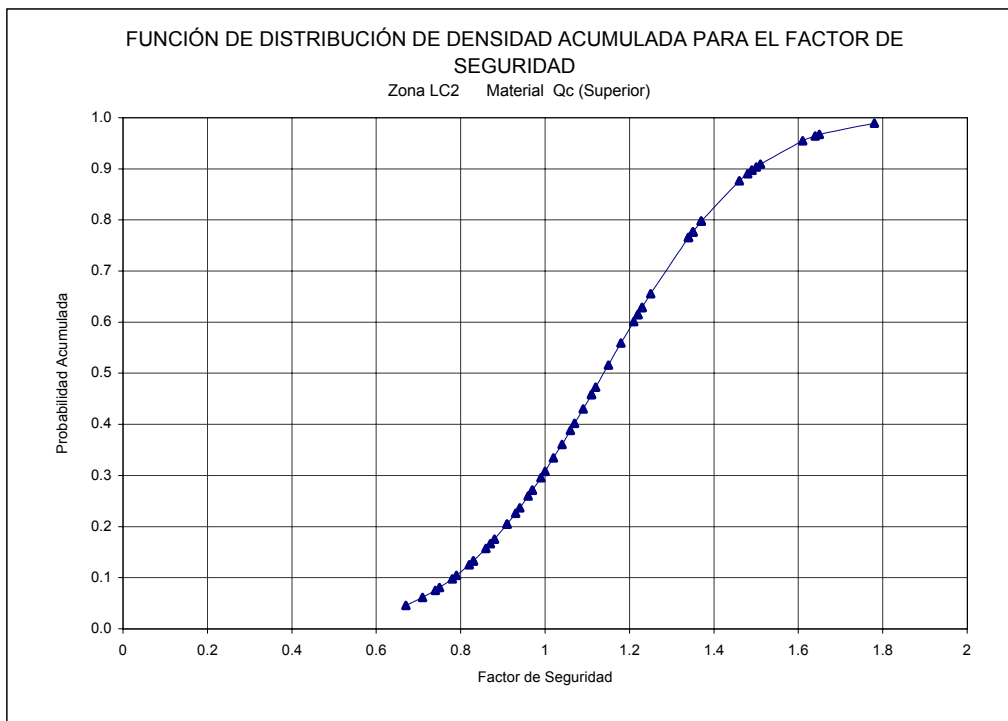
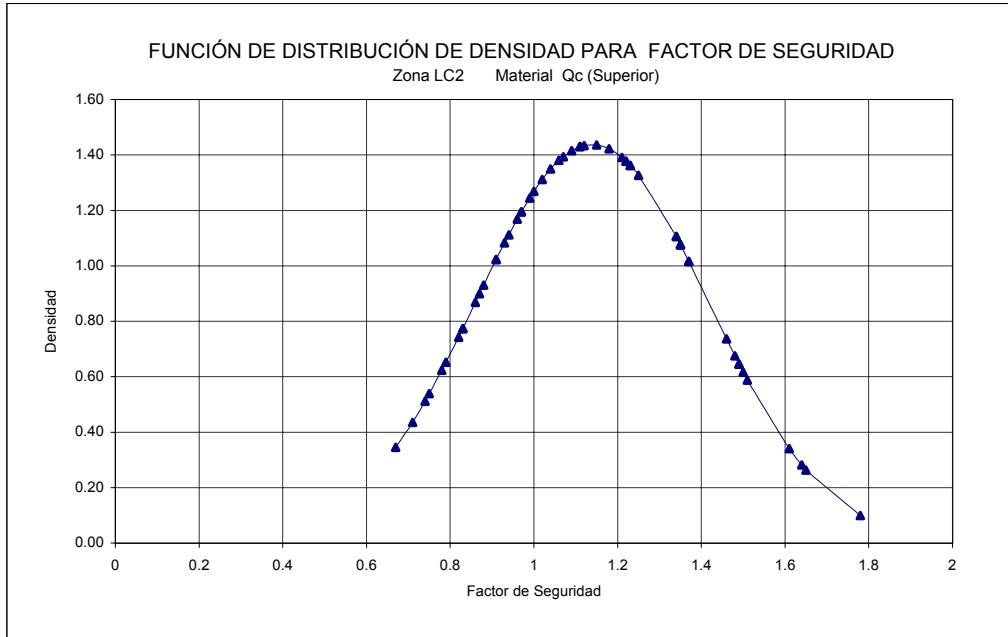
FIGURA 5.5  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION C -C2' MODELO DE FALLA PLANAR



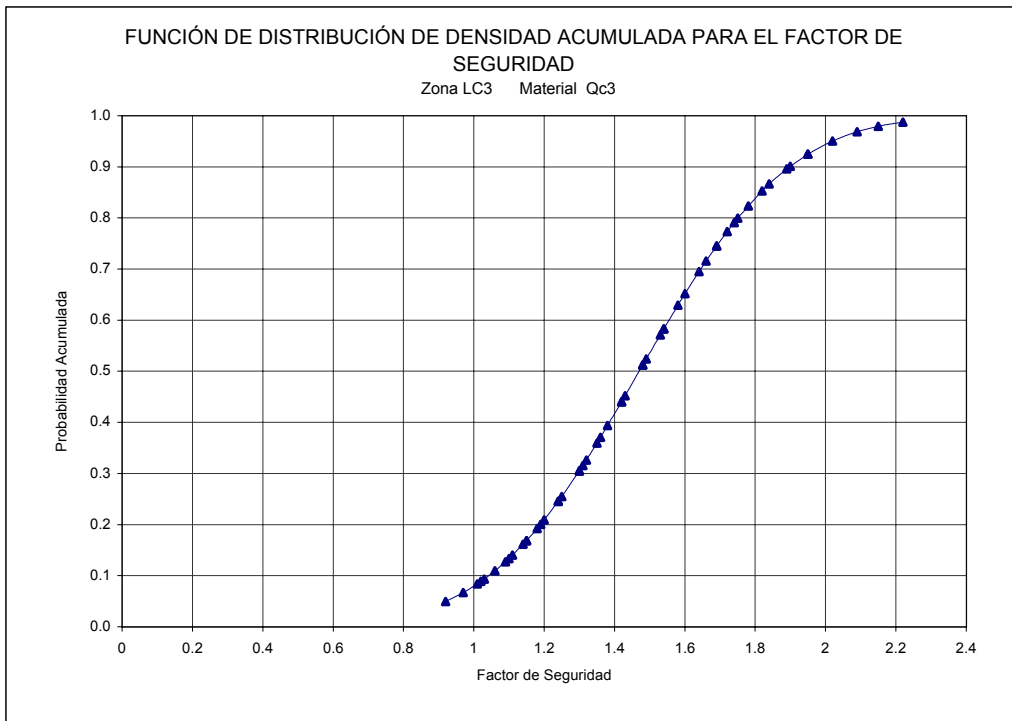
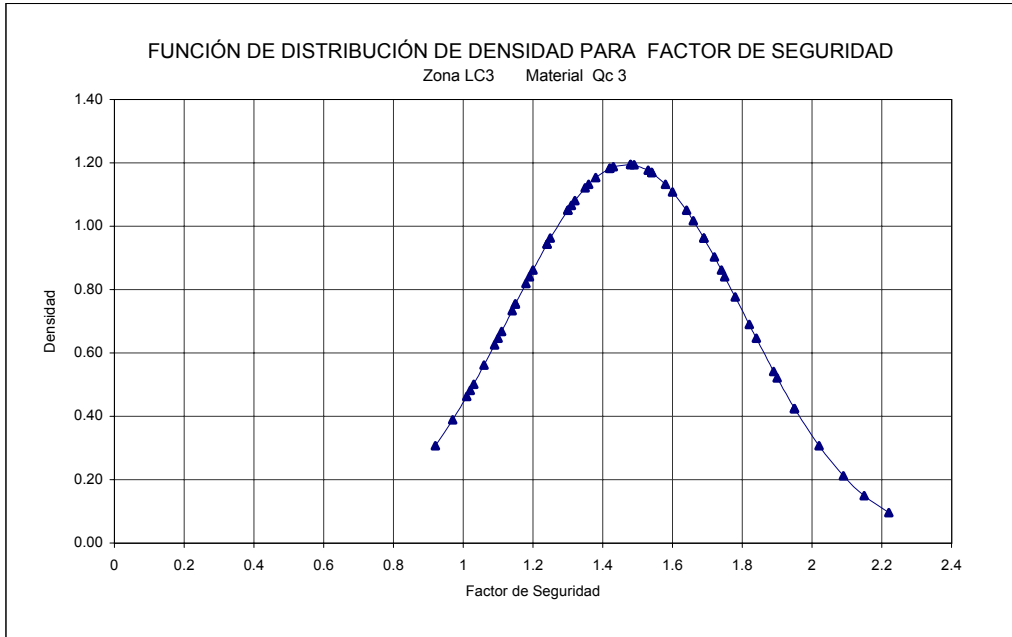
**FIGURA 5.6**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION D - D1' MODELO DE FALLA PLANAR**



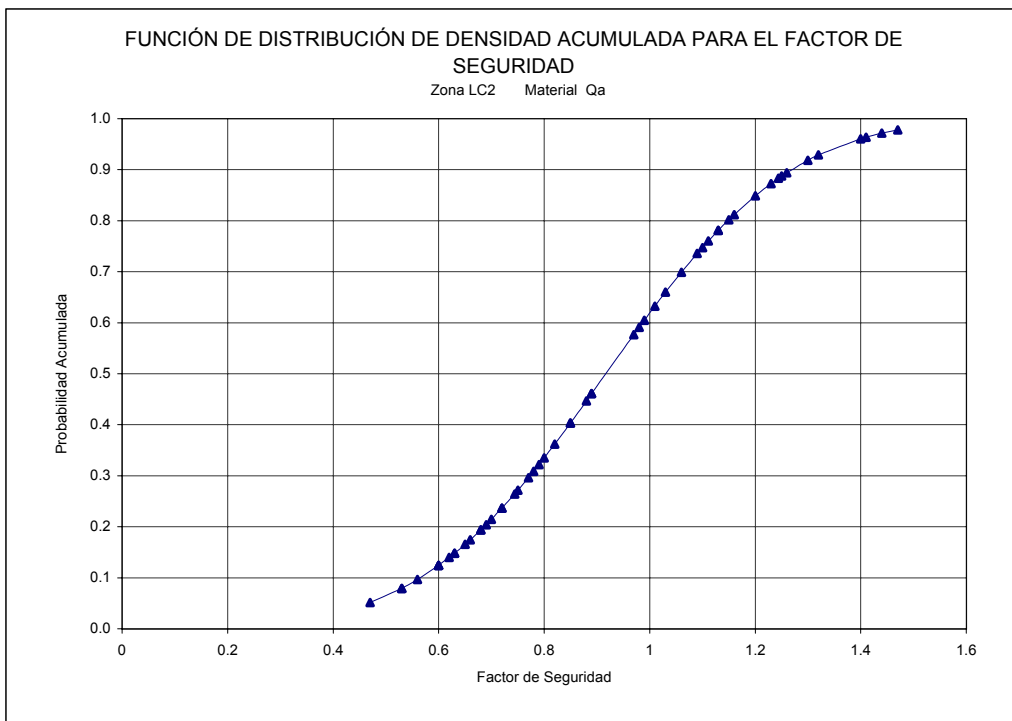
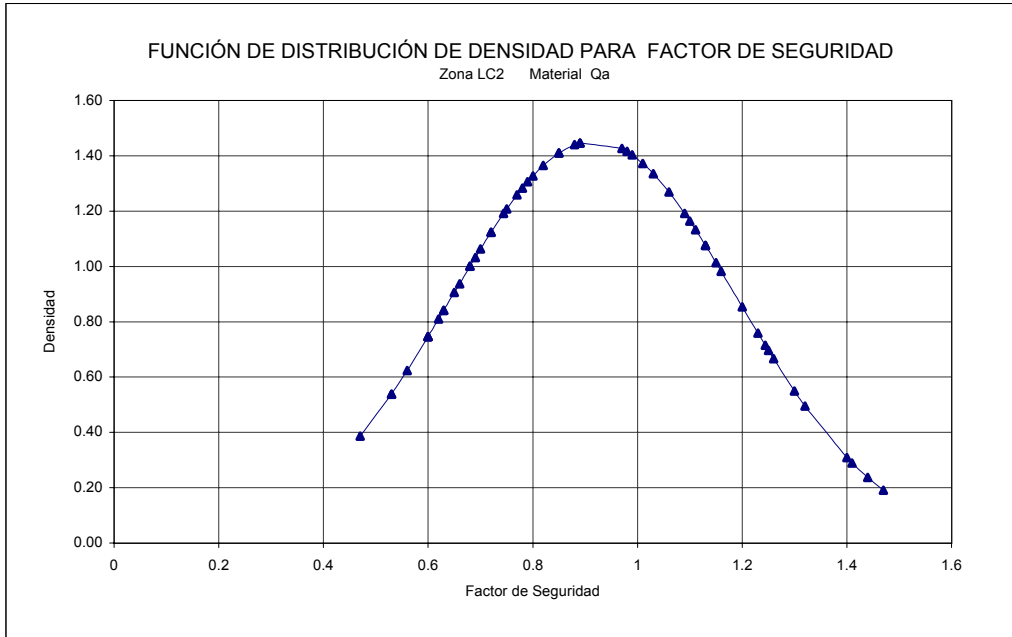
**FIGURA 5.7**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION D - D2' MODELO DE FALLA ROTACIONAL**



**FIGURA 5.8**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION D - D3' MODELO DE FALLA PLANAR**



**FIGURA 5.9**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION E - E1' MODELO DE FALLA ROTACIONAL**



**FIGURA 5.10**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION F - F1' MODELO DE FALLA PLANAR**

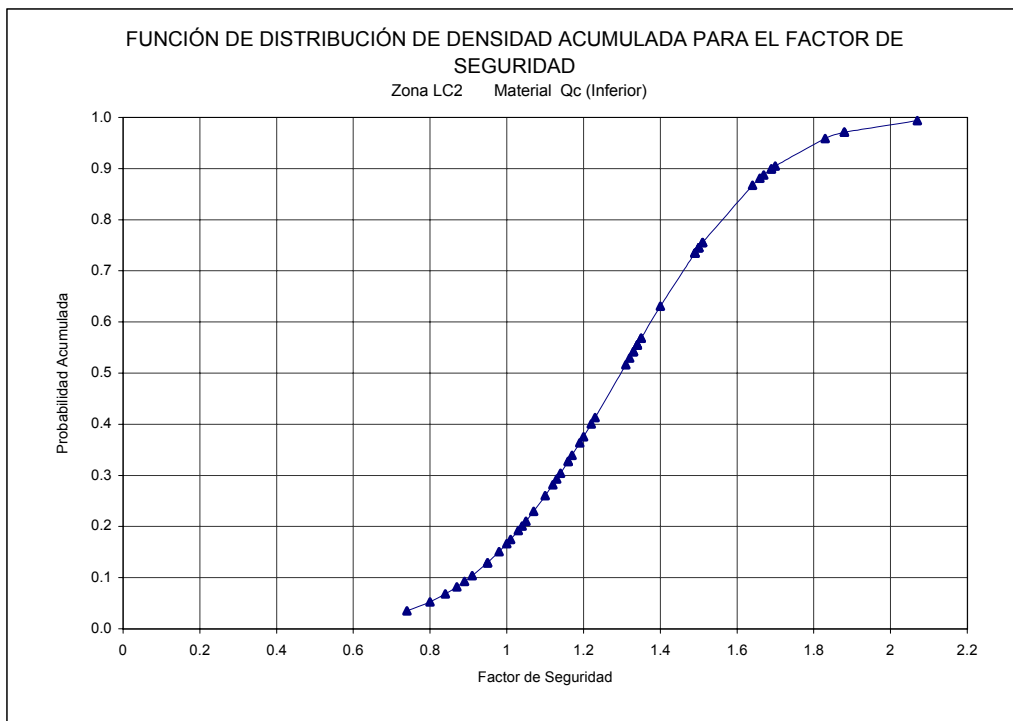
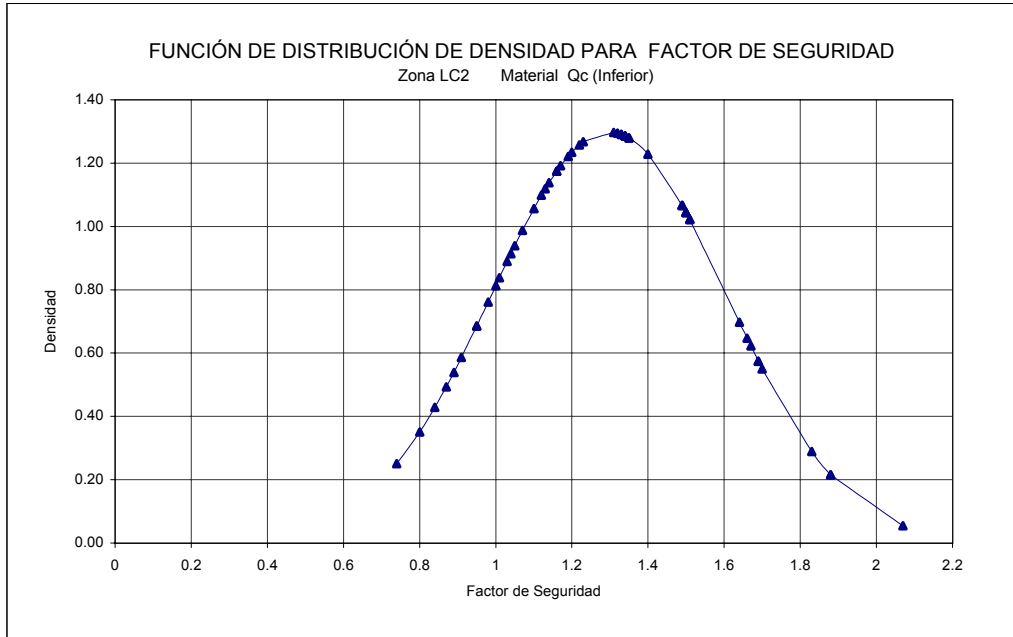
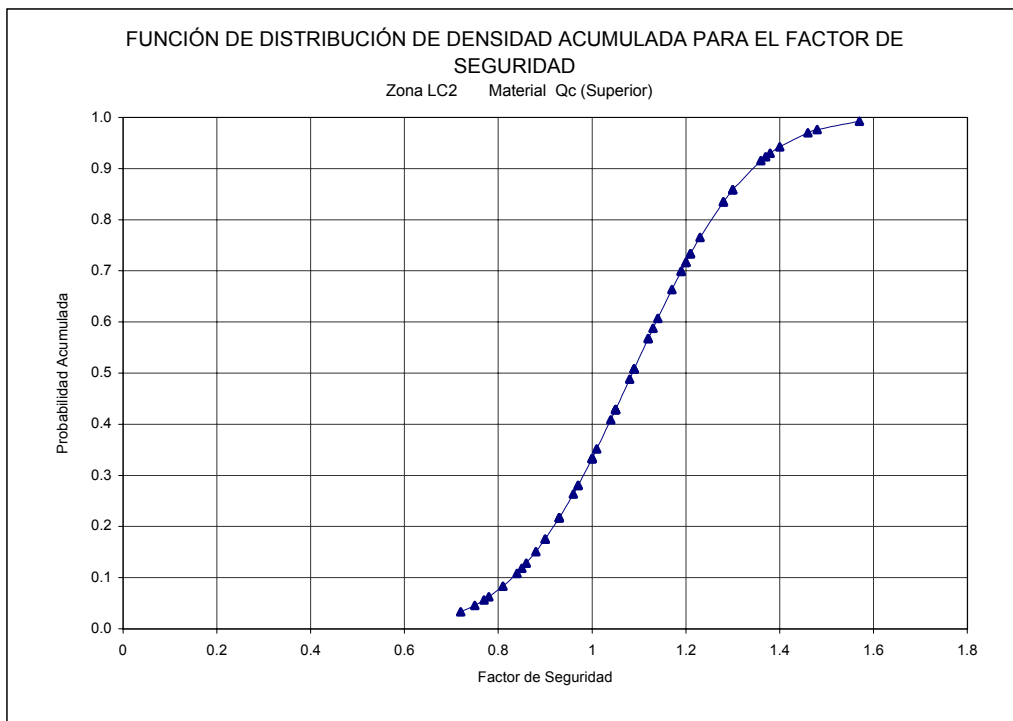
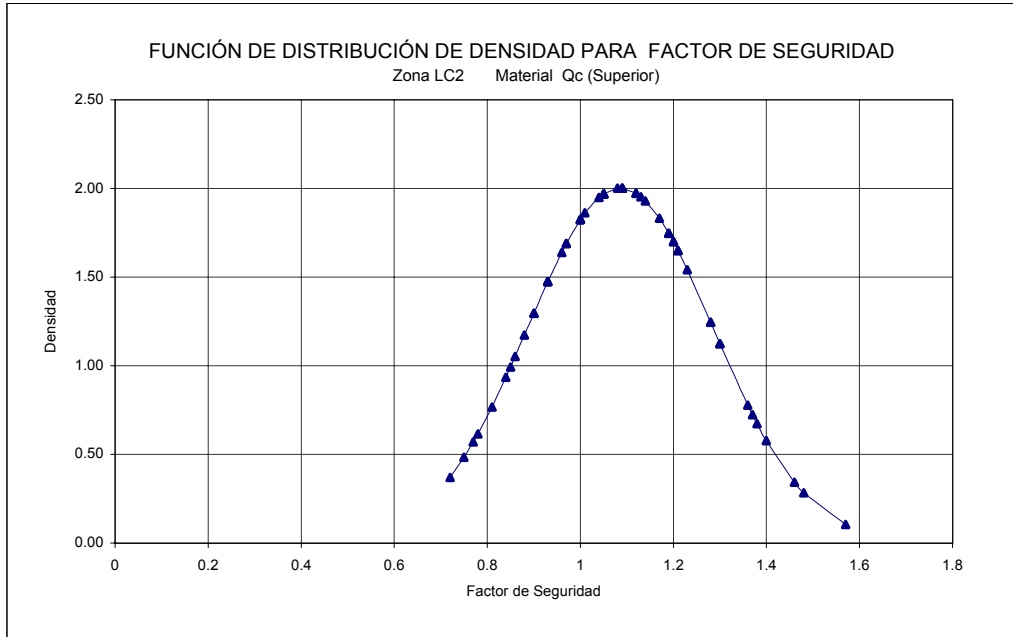




FIGURA 5.11  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION F - F1' MODELO DE FALLA PLANAR



**FIGURA 5.12**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION G - G1' MODELO DE FALLA ROTACIONAL**

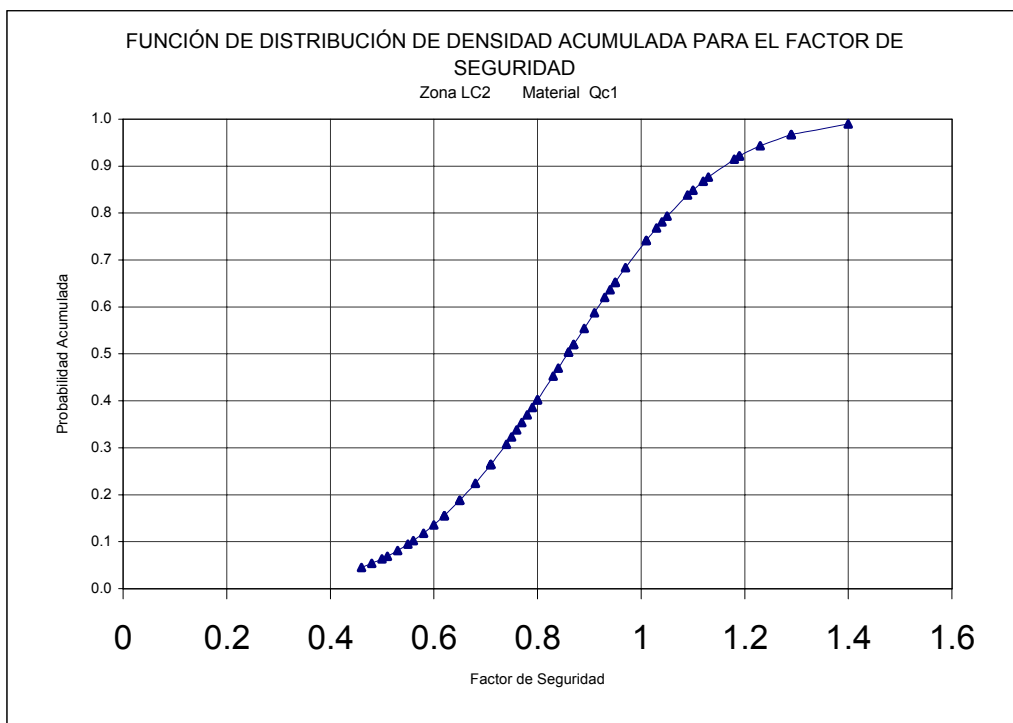
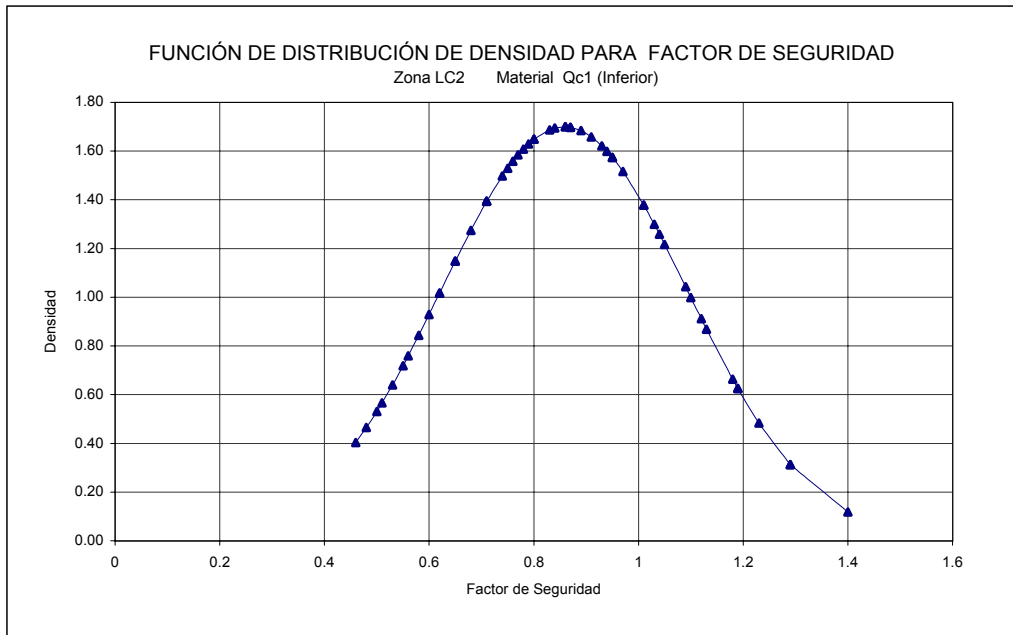


FIGURA 5.13  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION G - G2' MODELO DE FALLA ROTACIONAL

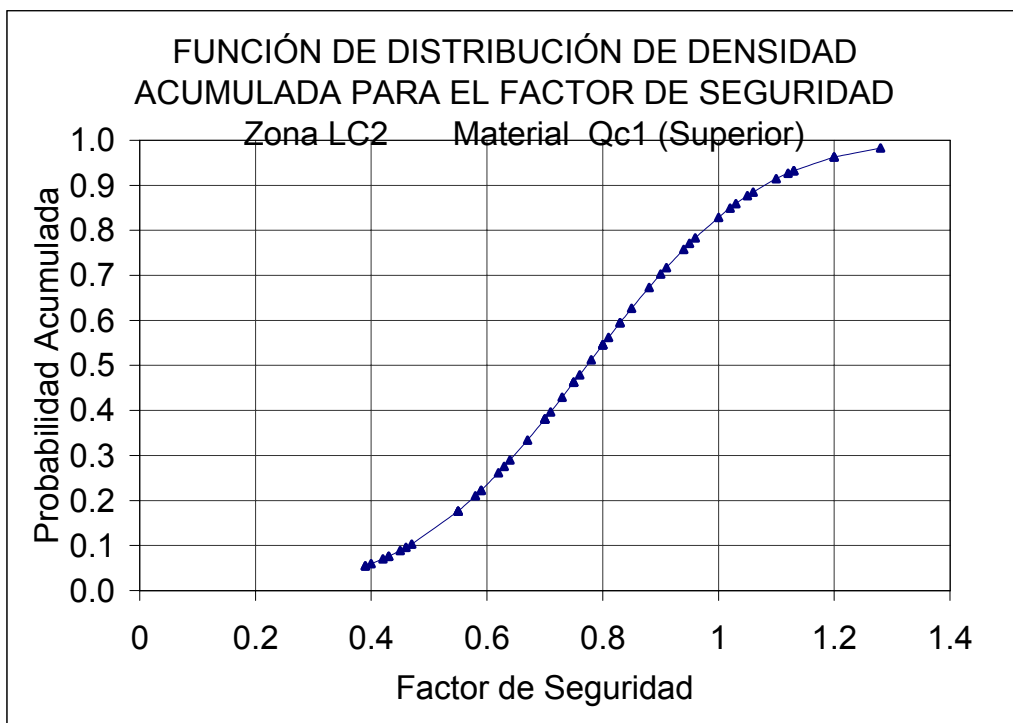
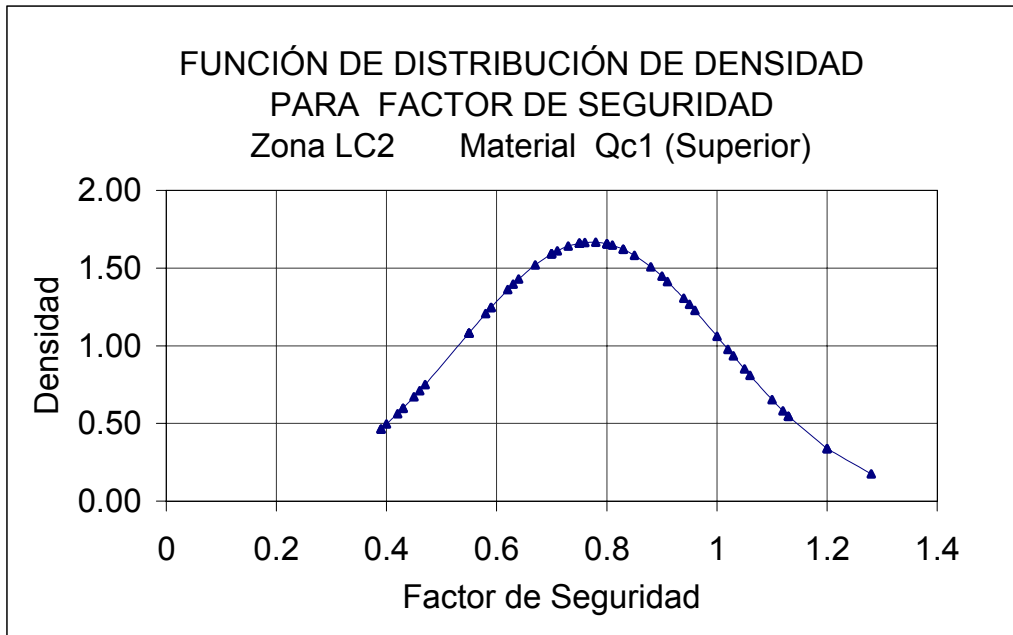


FIGURA 5.14  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION G - G3' MODELO DE FALLA PLANAR

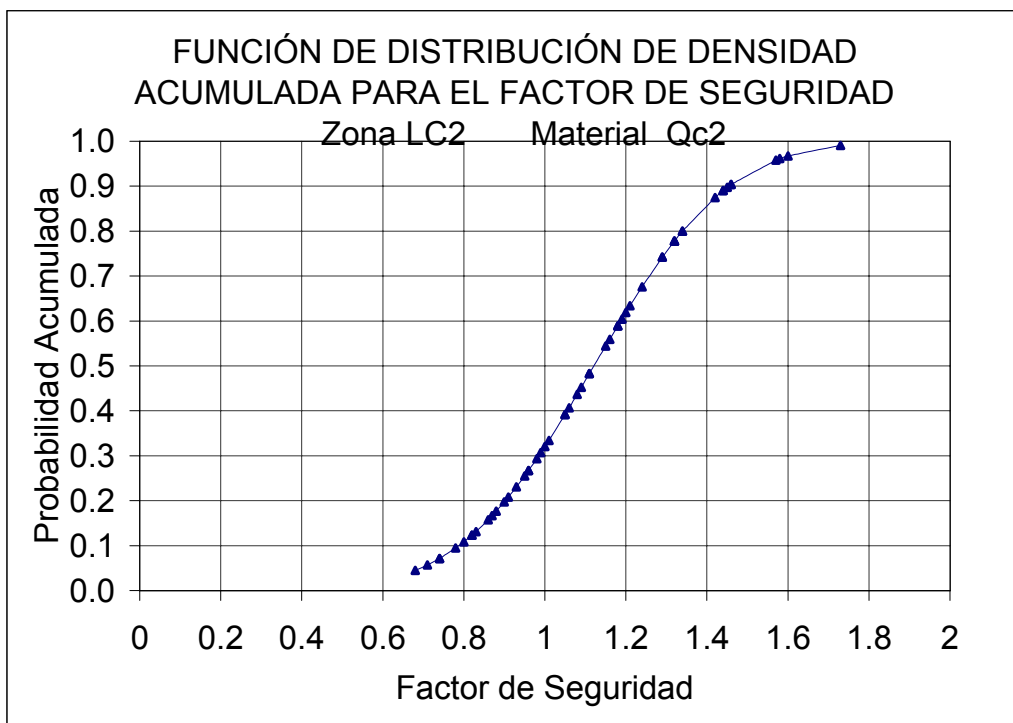
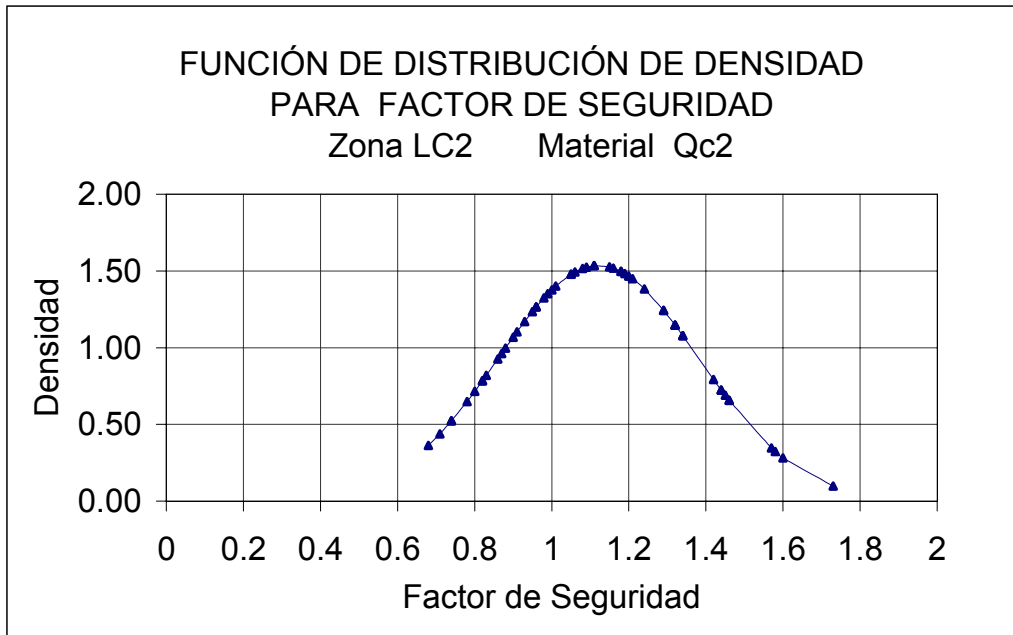


FIGURA 5.15  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION H - H1' MODELO DE FALLA PLANAR

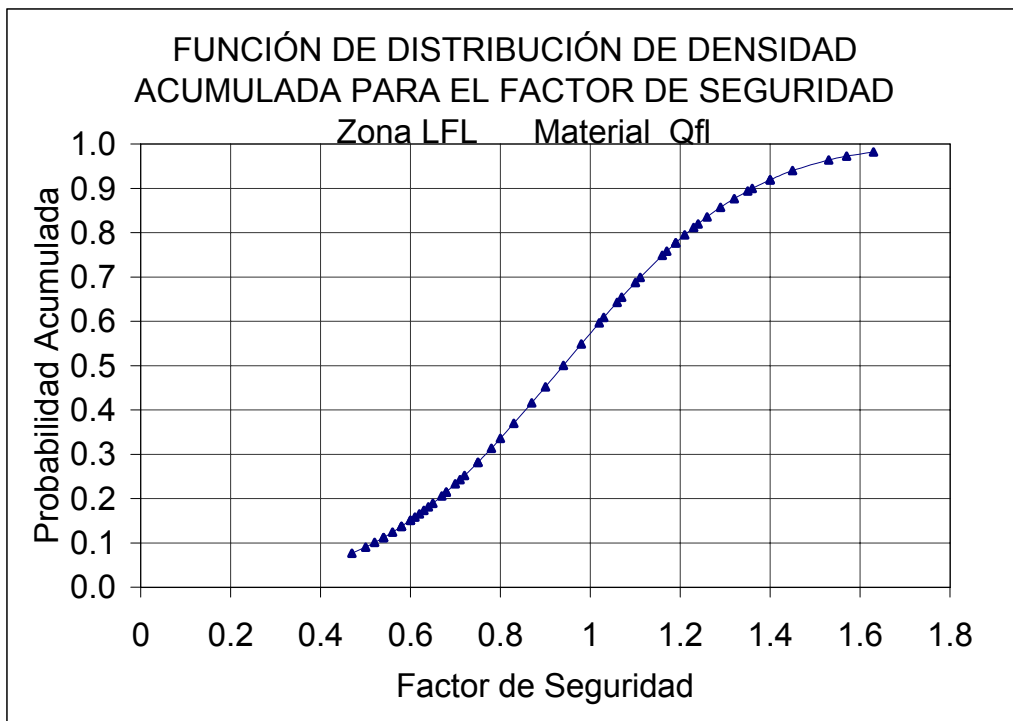
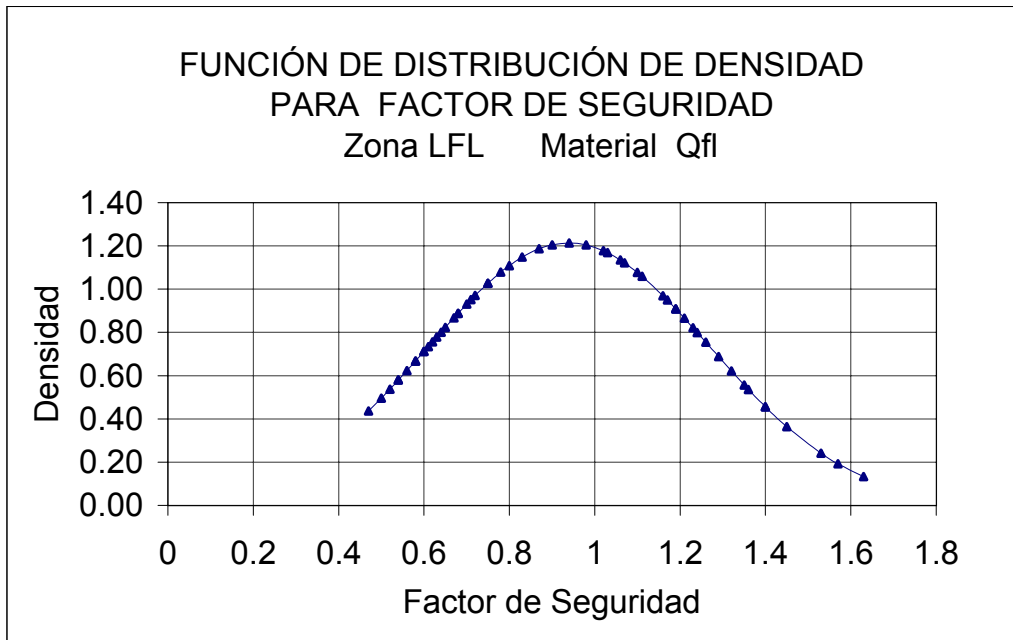
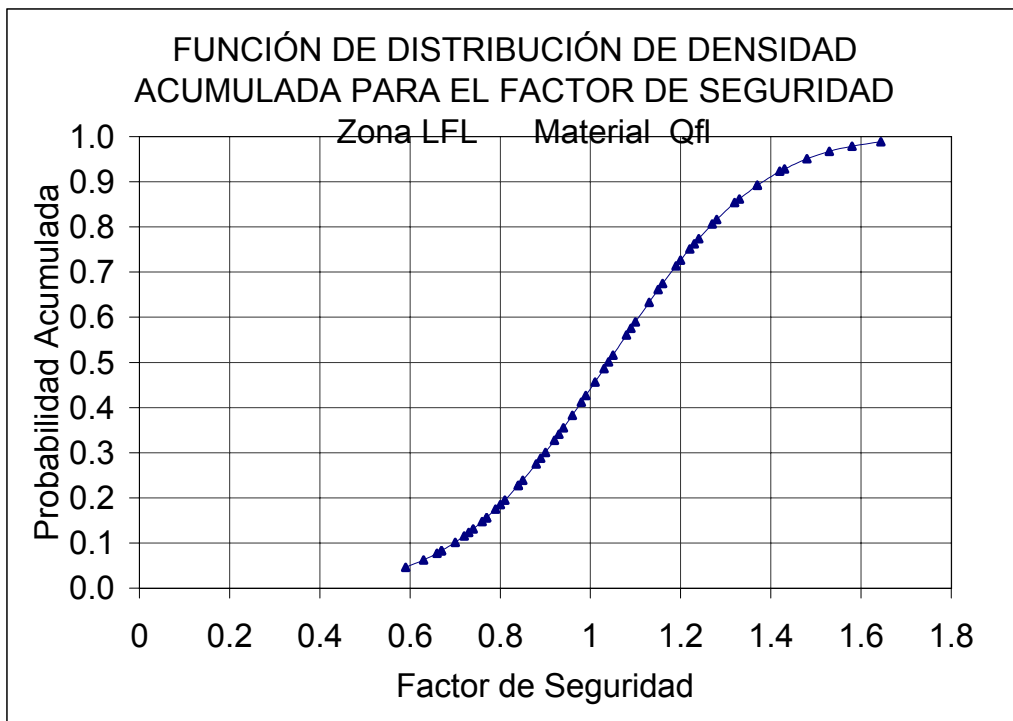
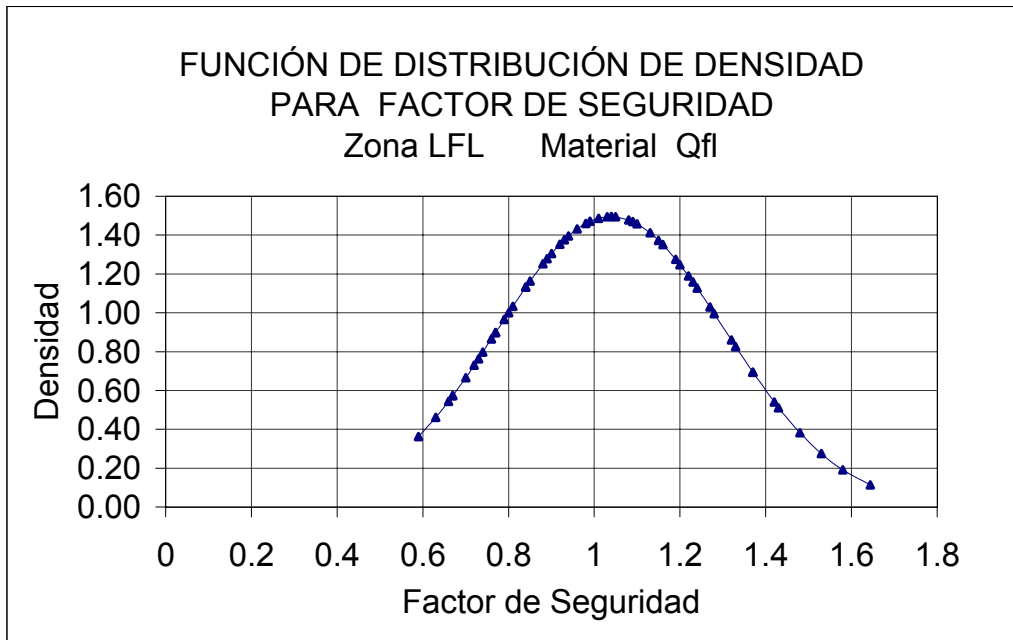


FIGURA 5.16  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION J - J 2' MODELO DE FALLA PLANAR



**FIGURA 5.17**  
**ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION L - L1' MODELO DE FALLA PLANAR**

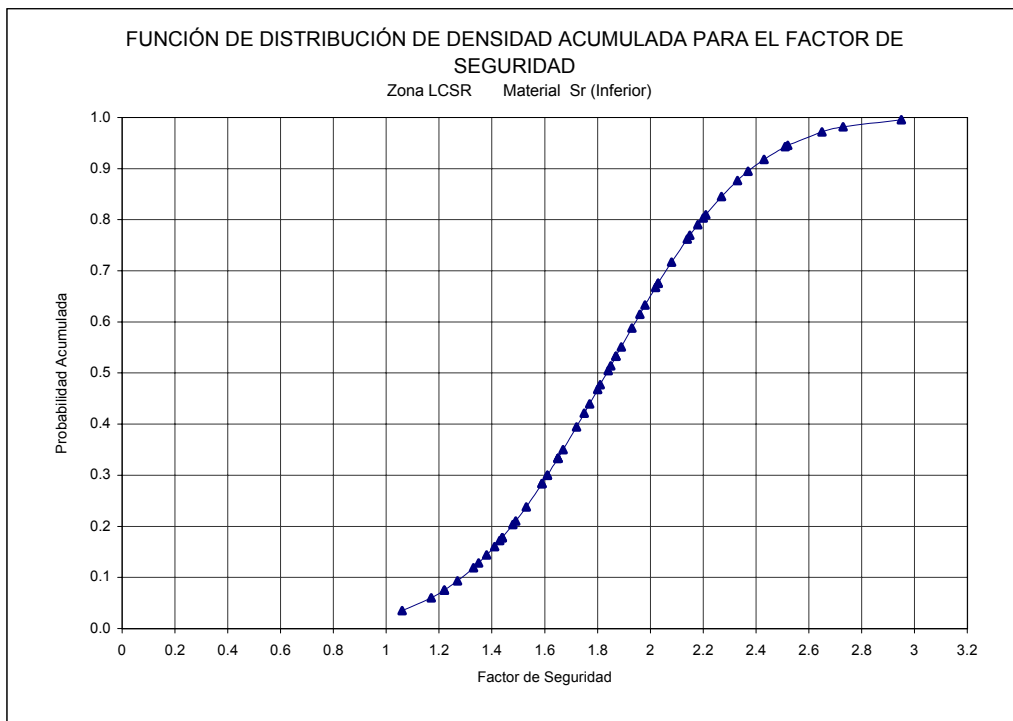
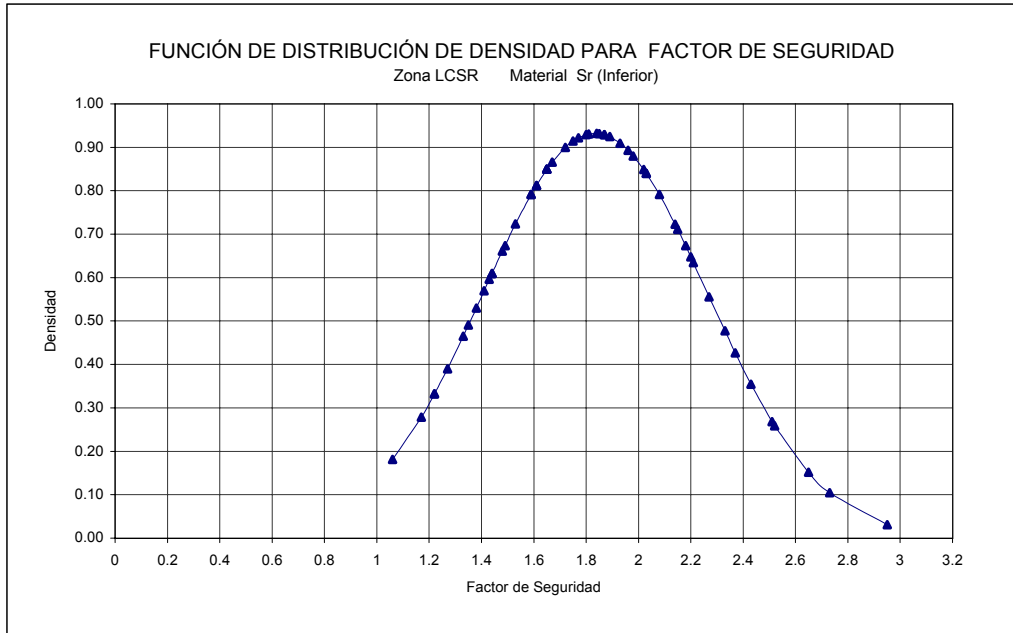


FIGURA 5.18  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION L - L2' MODELO DE FALLA PLANAR

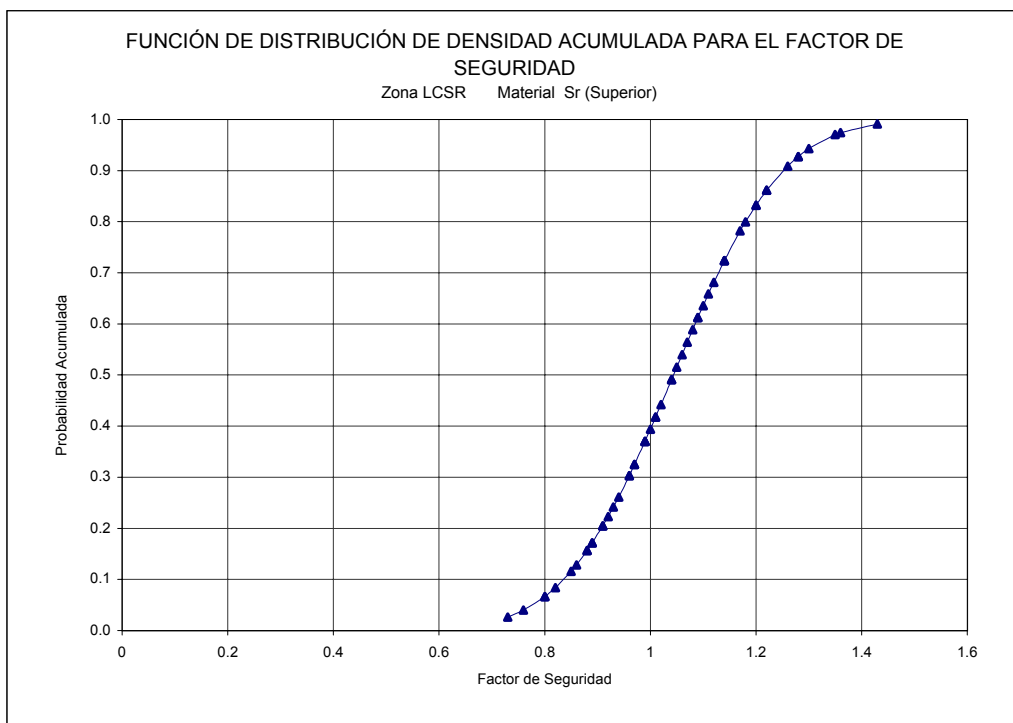
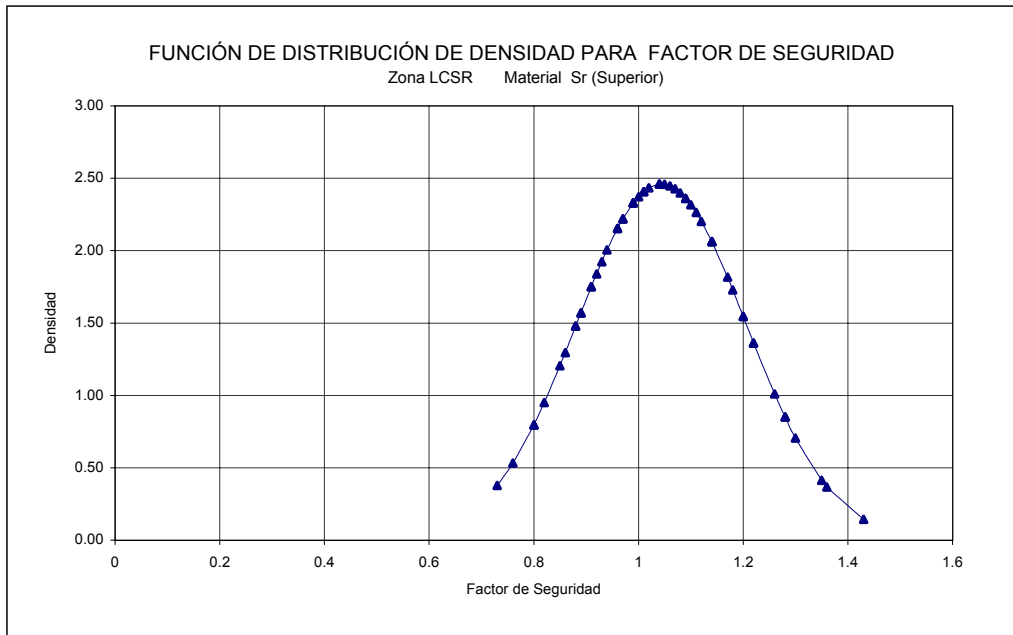




FIGURA 5.19  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION M - M 1' MODELO DE FALLA CIRCULAR

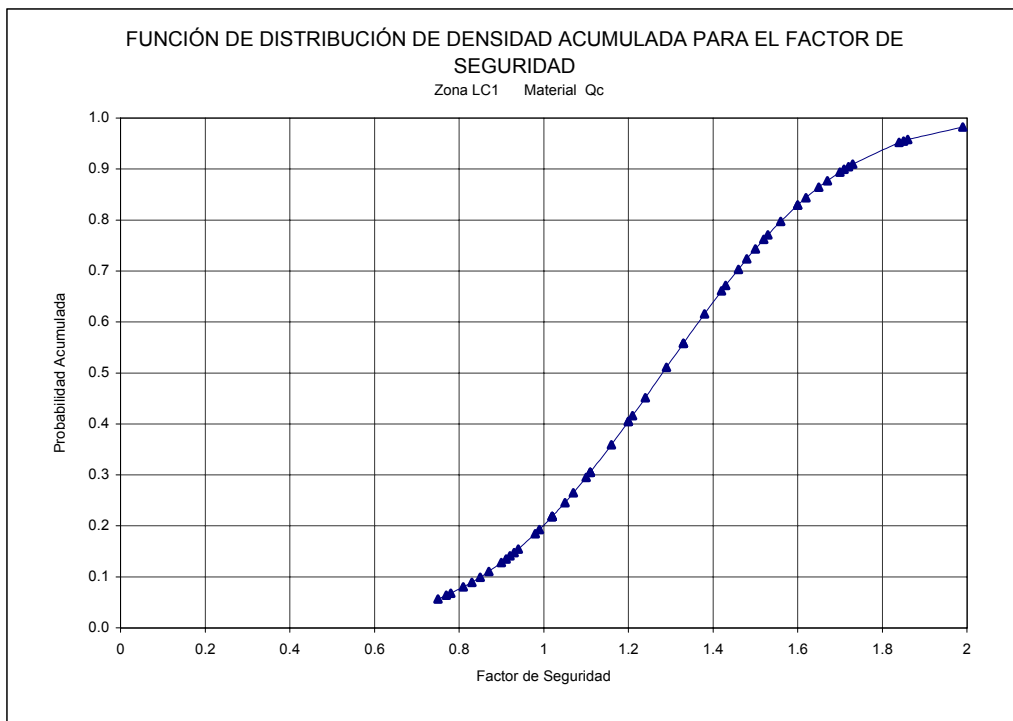
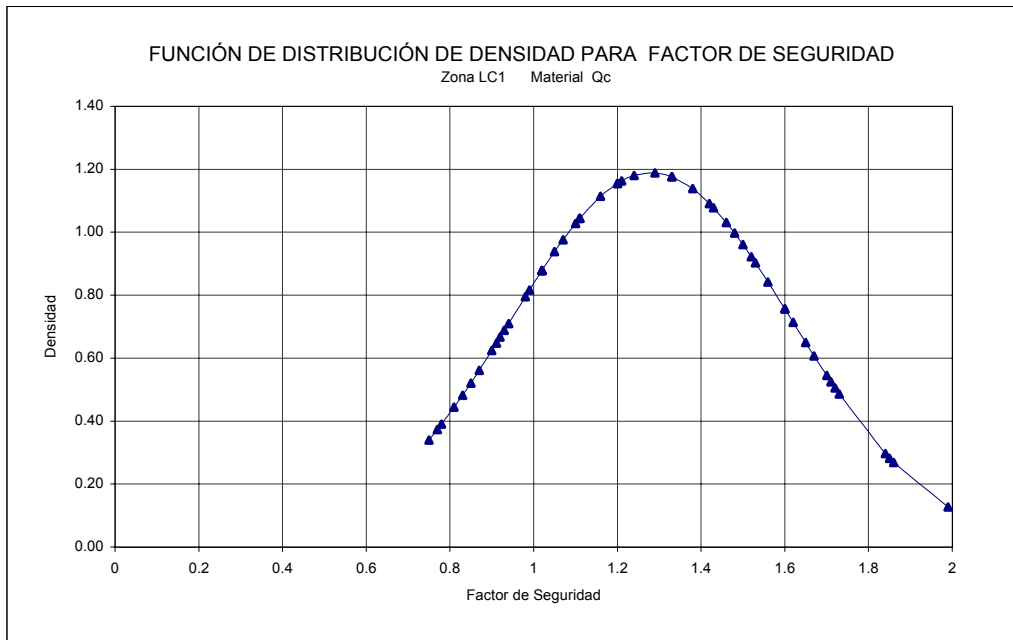


FIGURA 5.20  
ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION M - M 2' MODELO DE FALLA PLANAR

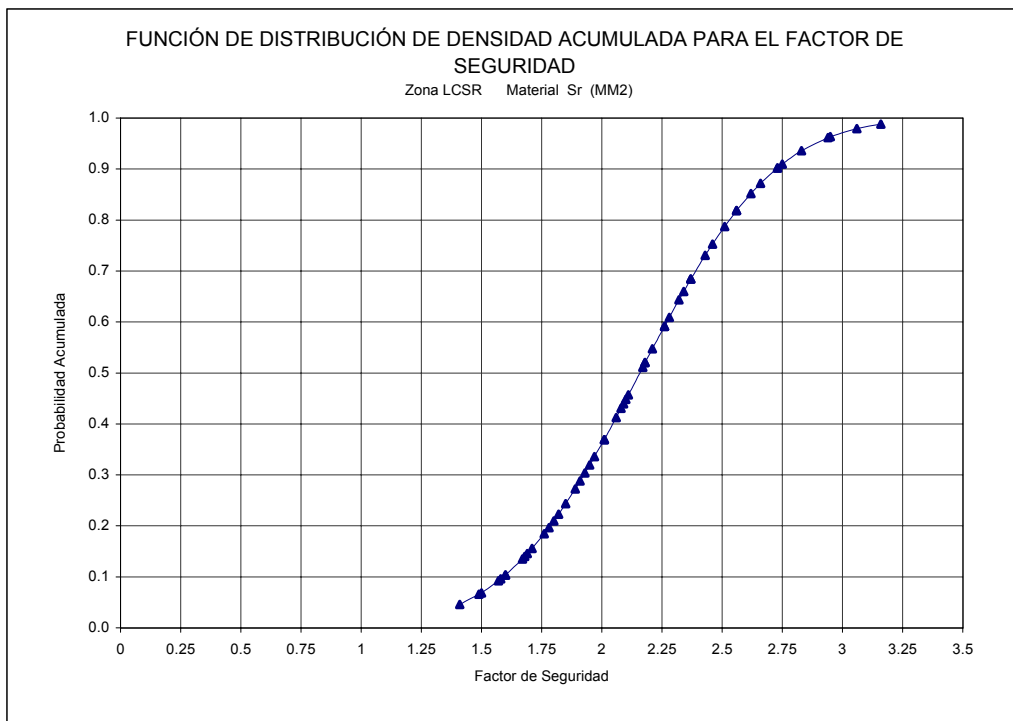
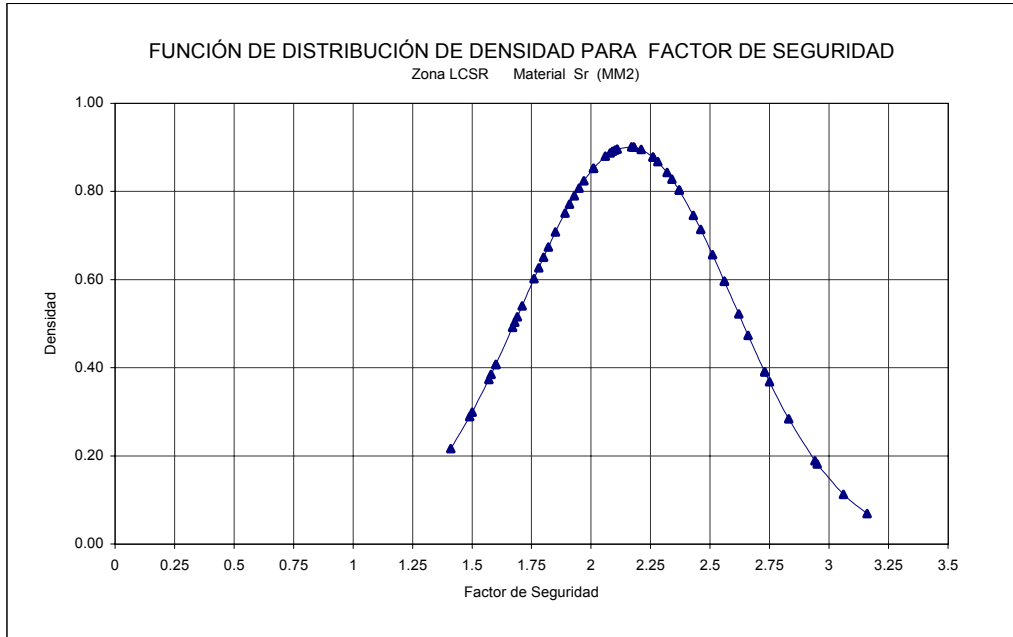


FIGURA 5.21  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION N - N1' MODELO DE FALLA ROTACIONAL

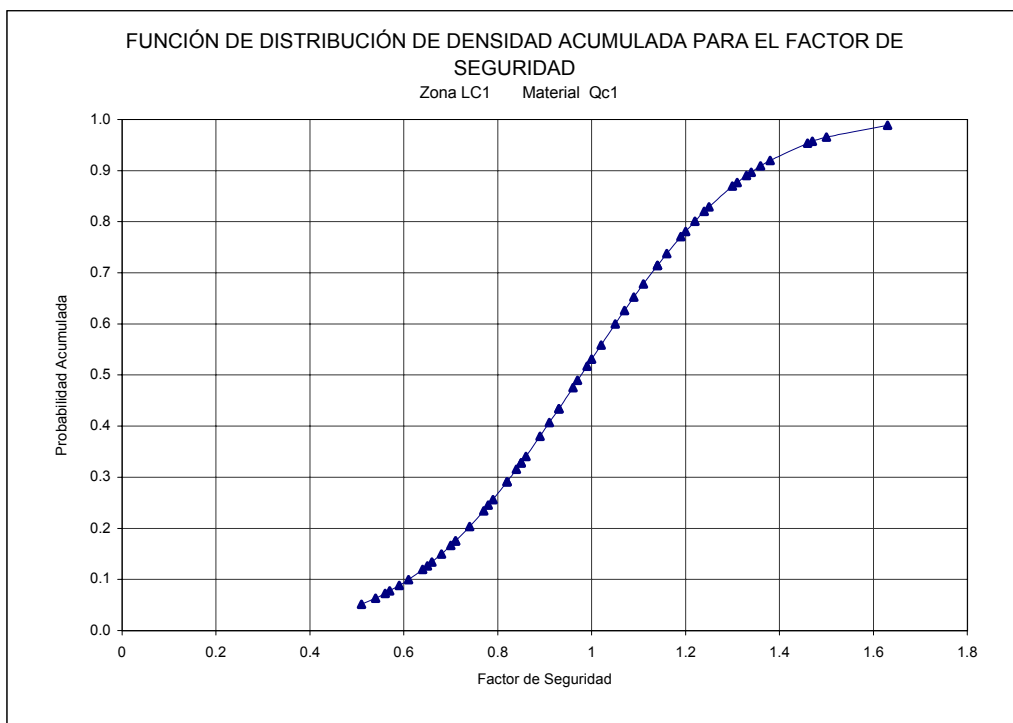
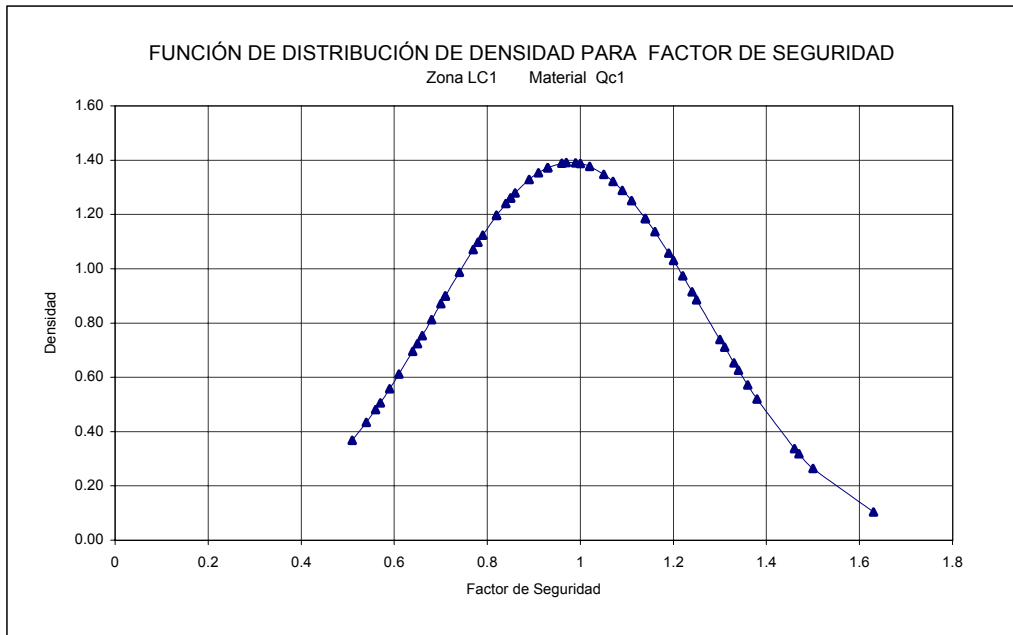


FIGURA 5.22  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION O - O1' MODELO DE FALLA PLANAR

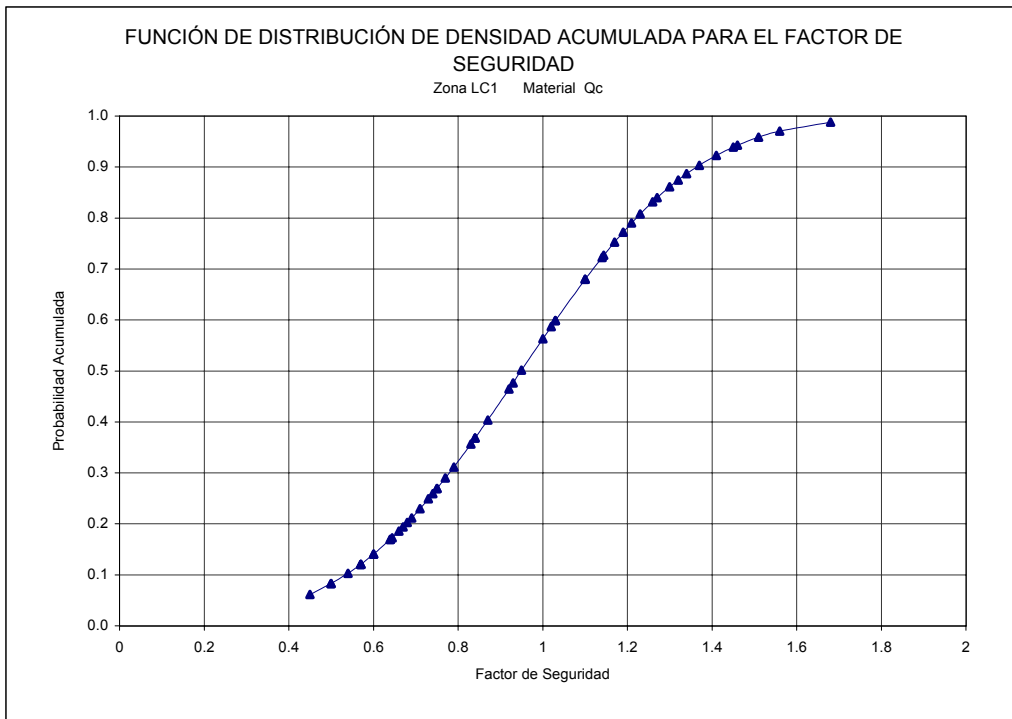
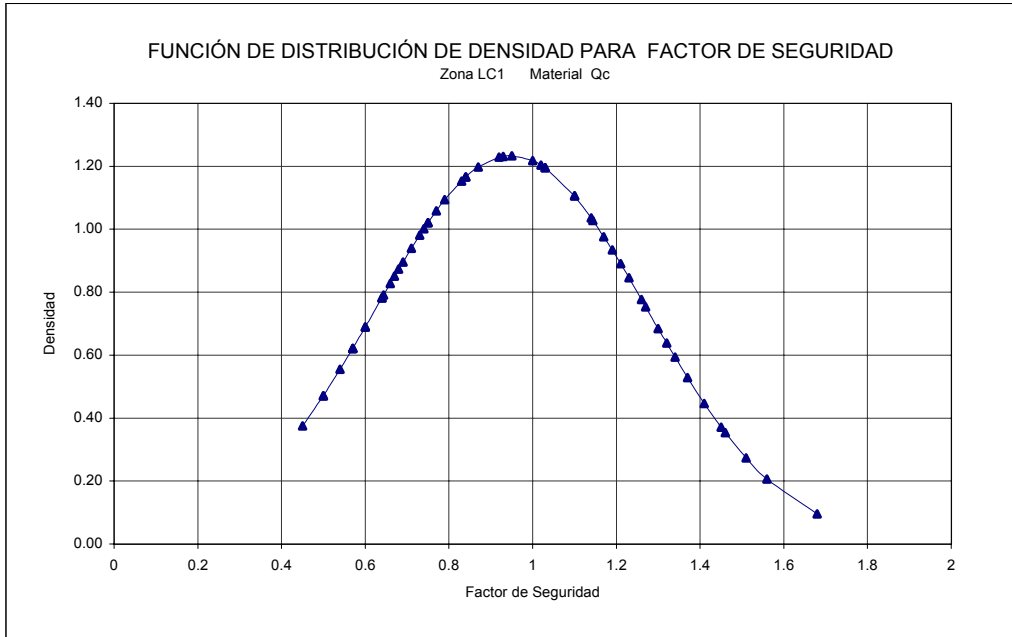


FIGURA 5.23  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION P - P1' MODELO DE FALLA PLANAR

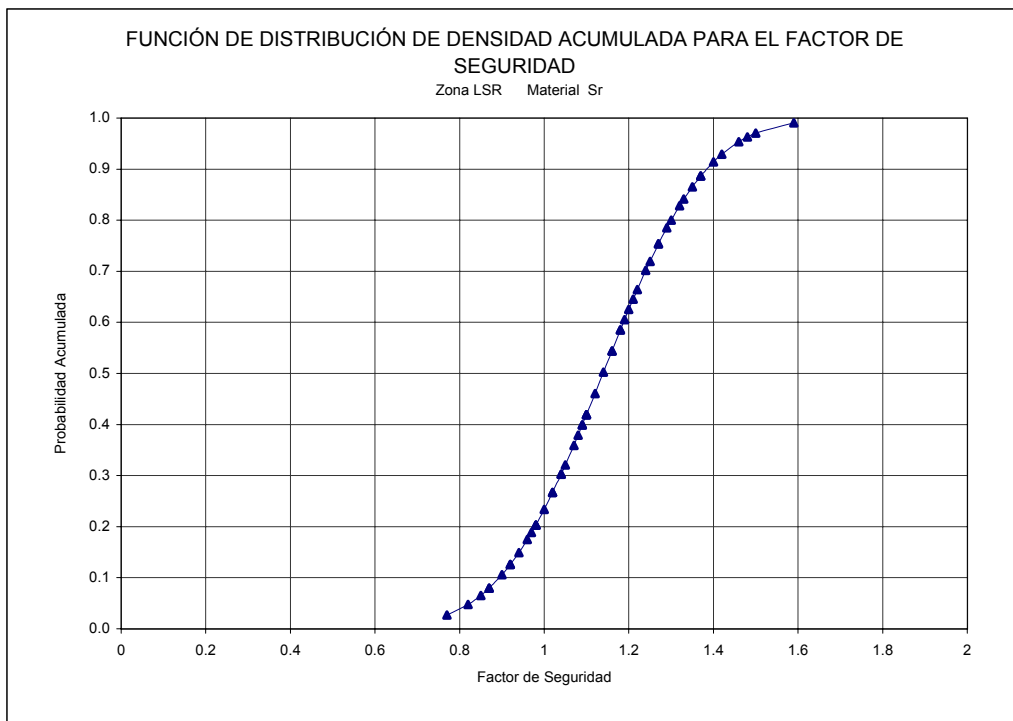
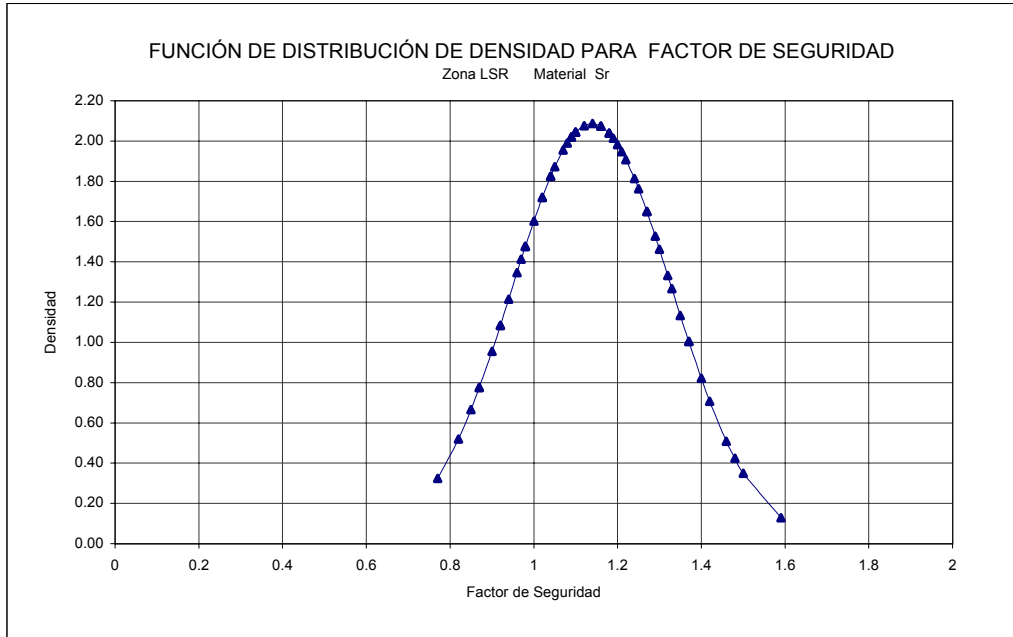


FIGURA 5.24  
 ANALISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
 SECCION Q - Q1' MODELO DE FALLA PLANAR

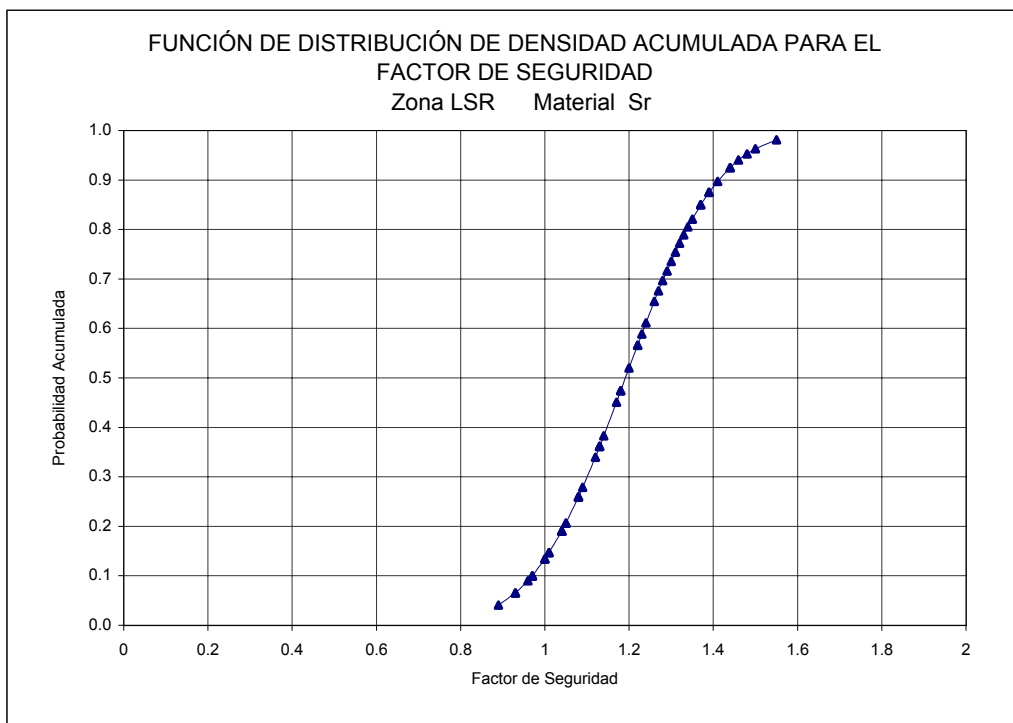
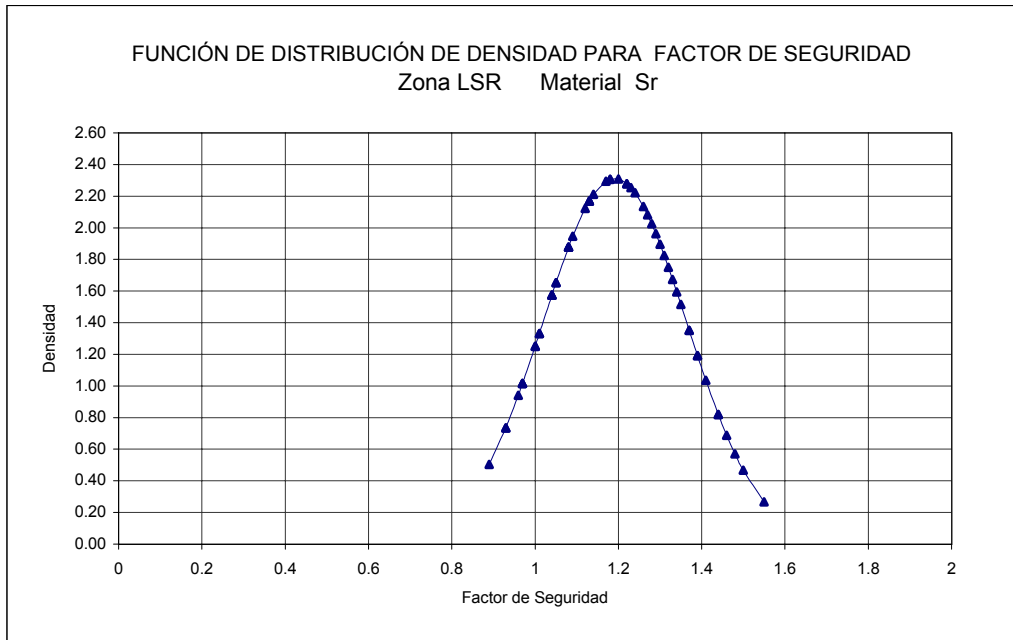
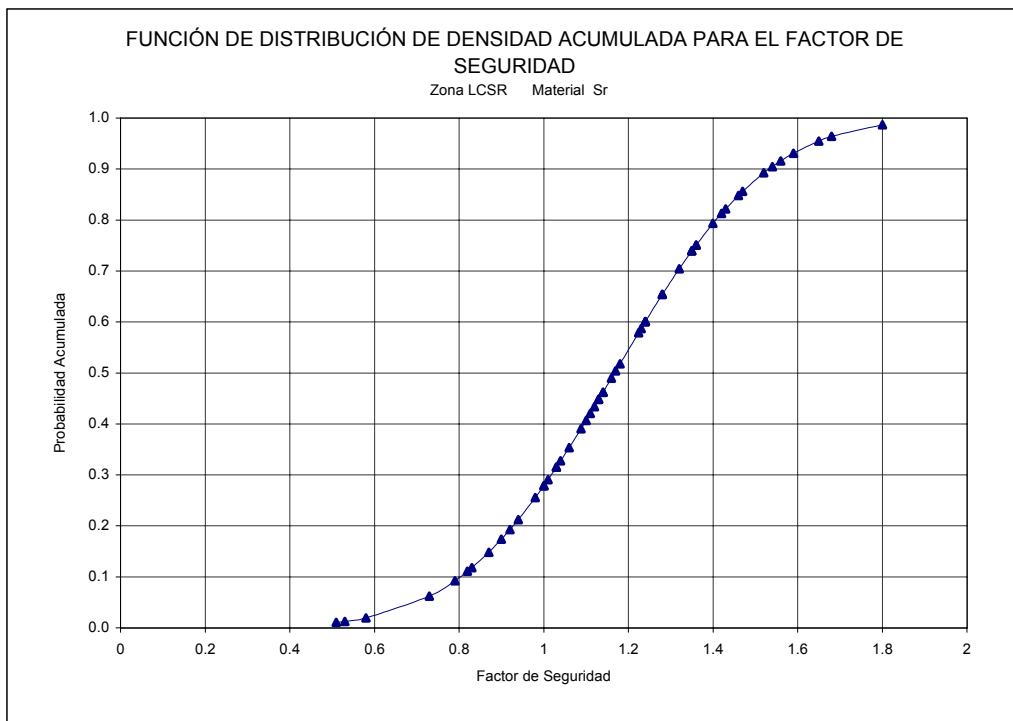
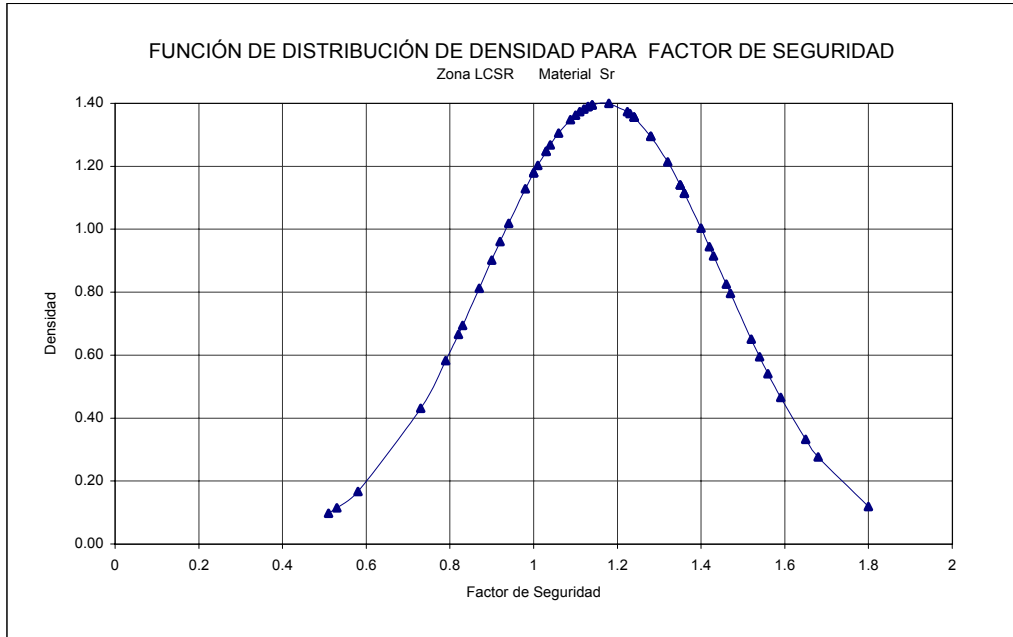


FIGURA 5.25  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION R - R1' MODELO DE FALLA PLANAR



**FIGURA 5.26**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD**  
**SECCION S - S1' MODELO DE FALLA PLANAR**

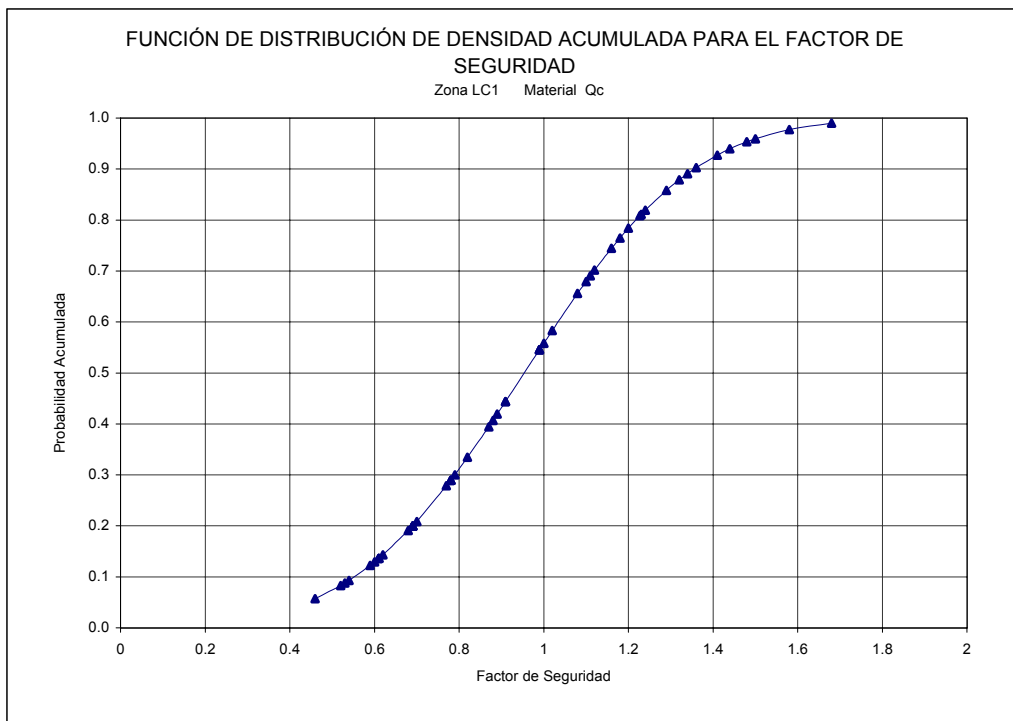
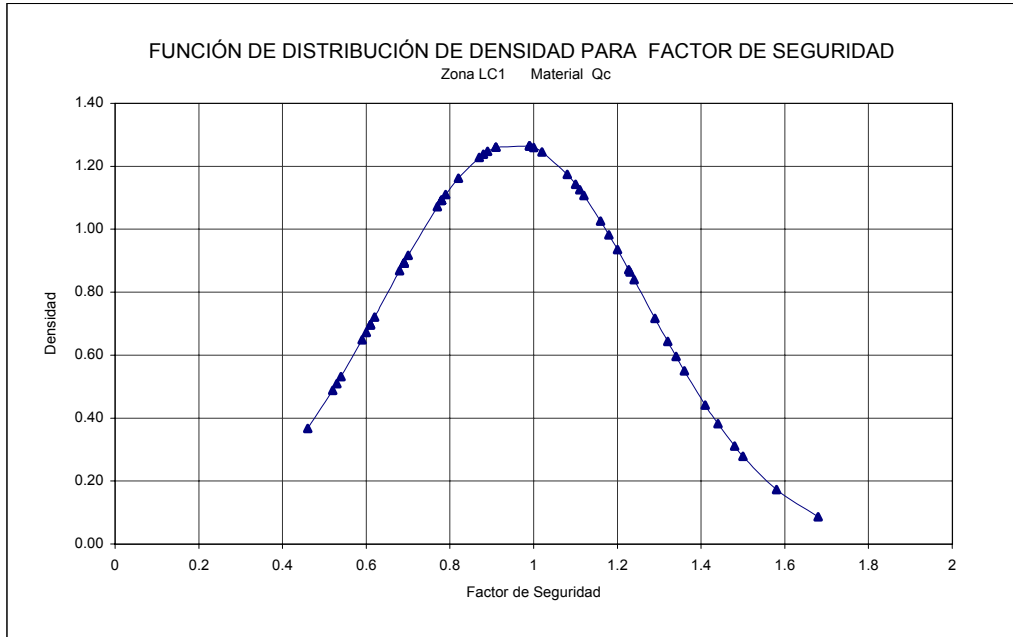




FIGURA 5.27  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION T - T1' MODELO DE FALLA PLANAR

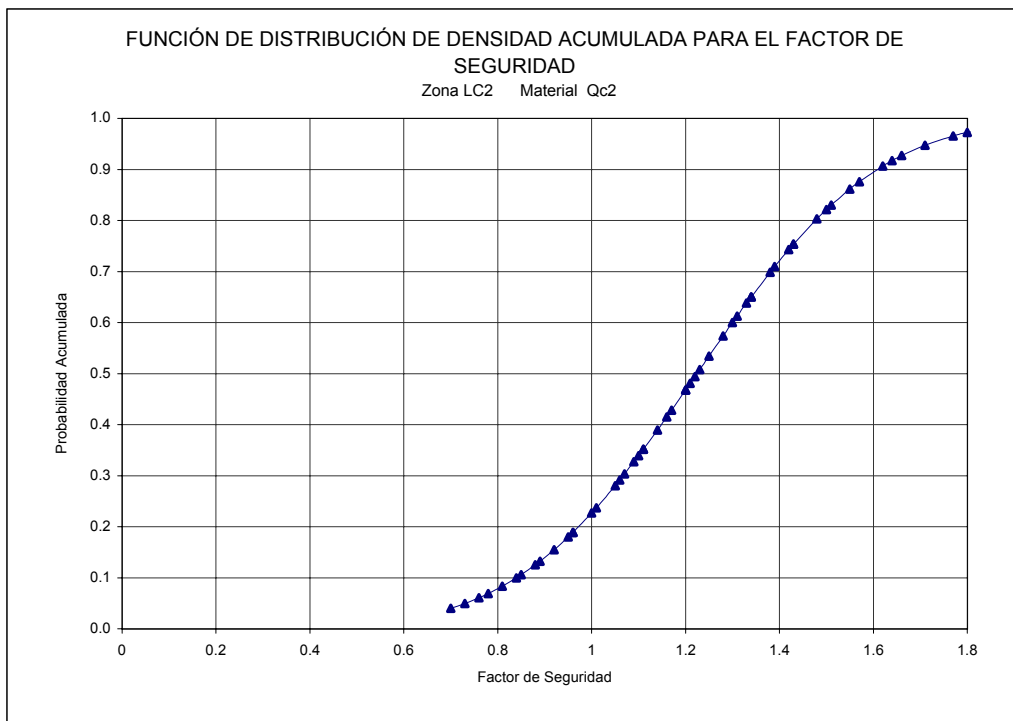
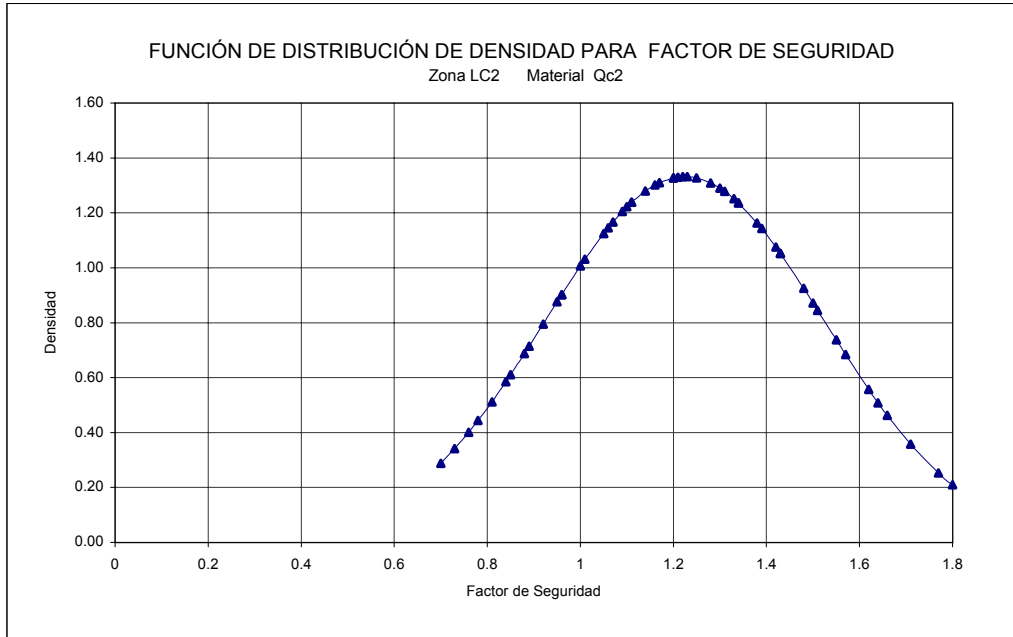
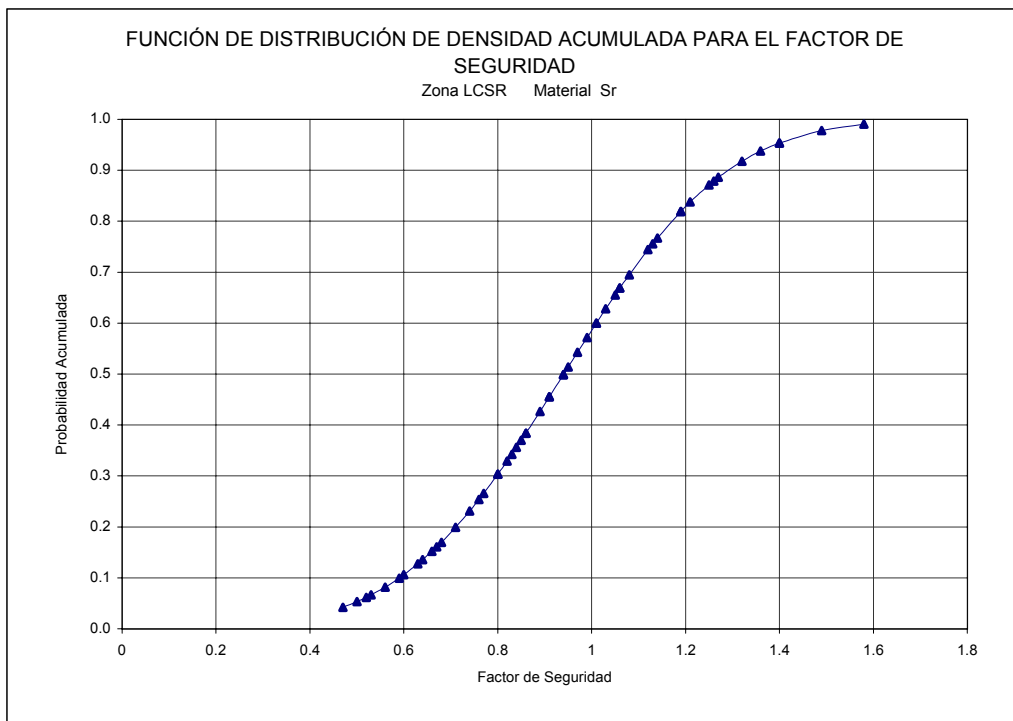
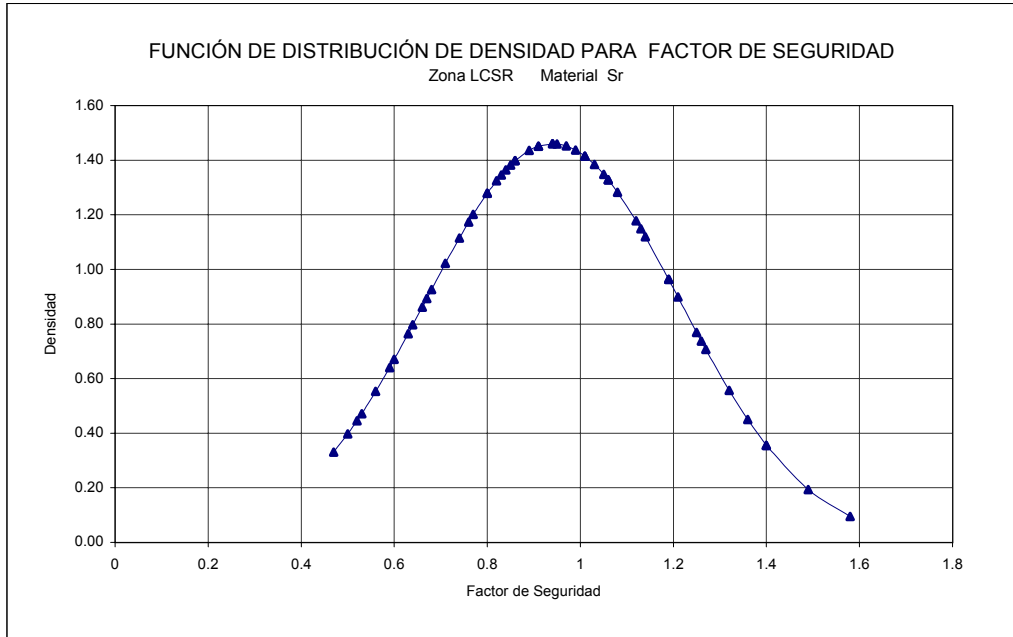
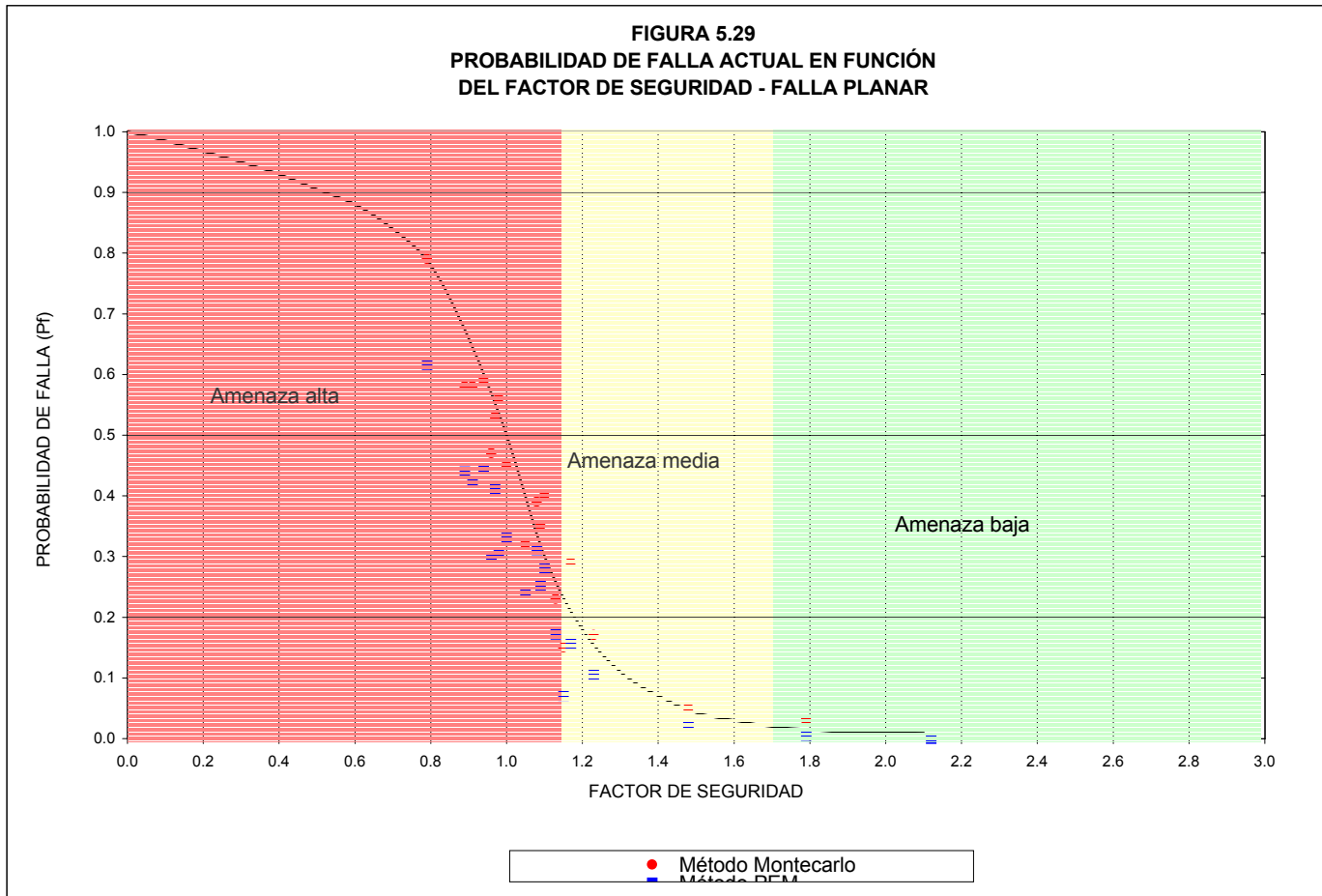


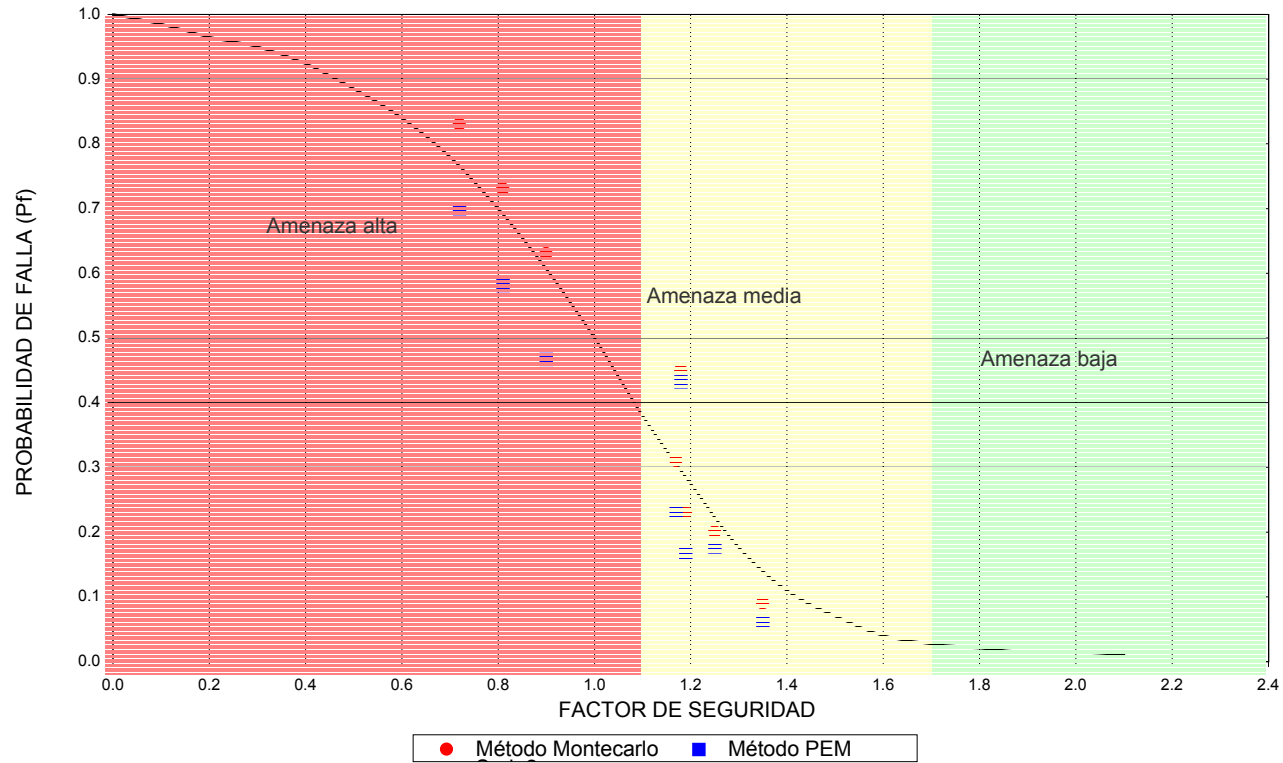
FIGURA 5.28  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE FACTOR DE SEGURIDAD  
SECCION T - T3' MODELO DE FALLA PLANAR



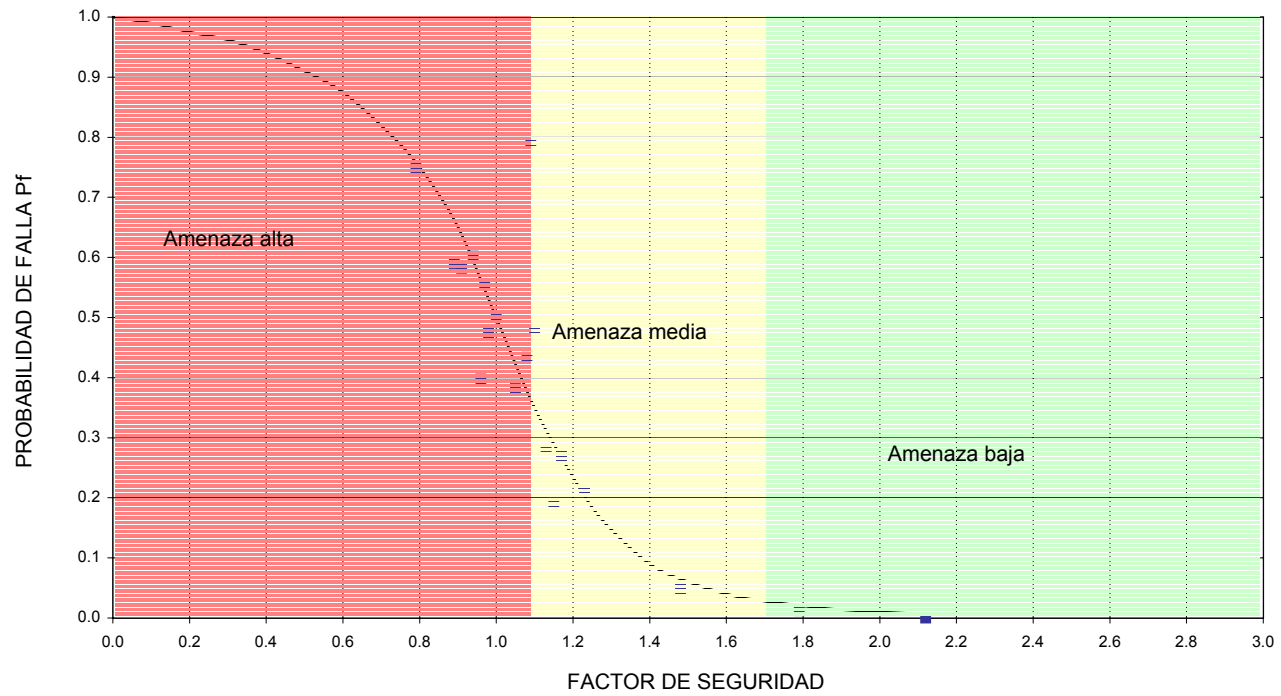
**FIGURA 5.29**  
**PROBABILIDAD DE FALLA ACTUAL EN FUNCIÓN**  
**DEL FACTOR DE SEGURIDAD - FALLA PLANAR**



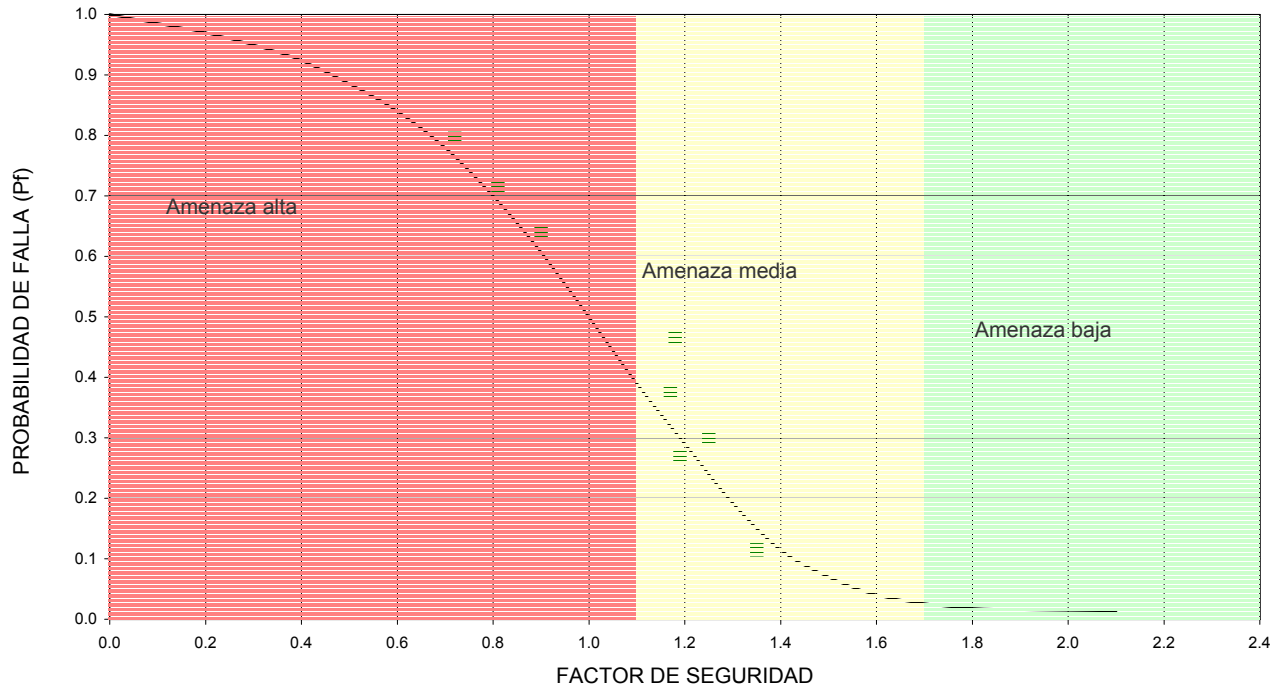
**FIGURA 5.30**  
**PROBABILIDAD DE FALLA ACTUAL EN FUNCIÓN DEL**  
**FACTOR DE SEGURIDAD - FALLA ROTACIONAL**



**FIGURA 5.31**  
**PROBABILIDAD DE FALLA A 10 AÑOS EN FUNCIÓN**  
**DEL FACTOR DE SEGURIDAD - FALLA PLANAR**



**FIGURA 5.32**  
**PROBABILIDAD DE FALLA A 10 AÑOS EN FUNCIÓN**  
**DEL FACTOR DE SEGURIDAD - FALLA ROTACIONAL**



## 6. VULNERABILIDAD Y RIESGO ACTUAL.

La vulnerabilidad, entendida como la capacidad de respuesta de un grupo social, y por ende de sus lugares de habitación, ante un evento; se define como una función de la exposición y de la resistencia así:

$$V = f(E/K)$$

donde,

V : Vulnerabilidad

K : Resistencia del elemento expuesto ante la ocurrencia de un evento

E : Grado de exposición del elemento.

La evaluación de vulnerabilidad tiene como objetivo analizar la respuesta de los elementos amenazados frente a los diferentes fenómenos de remoción en masa presentes en la zona de estudio y, junto con la evaluación de amenaza, plantear el (los) tratamiento(s) por adelantar. Dentro de este contexto, por ejemplo, si las viviendas se encuentran en zona de alta amenaza pero los elementos no se localizan en la zona de influencia o, se encuentran expuestos y gracias a su resistencia no sufren daño alguno, puede optarse por convivir con el problema; en caso contrario, y dependiendo de la gravedad de las consecuencias, se debe recurrir a obras de estabilización o a programas de reubicación.

El estudio de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos, en este caso las viviendas, se realizó teniendo como fuente de información básica el “Formulario para la evaluación de daños en edificaciones en caso de deslizamiento”. La información de cada lote, construido o no, se encuentra consignada en la base de datos mencionada en el capítulo 3 y georreferenciada mediante la asignación de un código alfanumérico correspondiente a la letra de cada manzana y al número del lote dentro de la misma.

El citado formulario indaga sobre diferentes tópicos tendientes a establecer parámetros útiles para la evaluación tanto de la vulnerabilidad física como de la social. Para la primera, el análisis se realizó de manera semicuantitativa con adaptaciones específicas para este proyecto (más extrapolables para otros ámbitos) a la metodología propuesta por Leone (1996). Las adaptaciones se refieren a la resistencia de los elementos (tipología de viviendas), a la asignación del grado de exposición (a partir de las longitudes de viaje de las masas potencialmente inestables Finlay et al, 1999) y a la matriz de daño, elaborada con base en las anteriores. Para la segunda, la vulnerabilidad social, el análisis es apenas cualitativo y se basa en la información de los formularios como: el nivel de ingresos, la percepción de peligro, las recomendaciones para medidas urgentes, la cobertura de los servicios públicos y el índice de carencia de vivienda.

### 6.1 VULNERABILIDAD SOCIAL.

La vulnerabilidad social se definió como la capacidad de respuesta de la población ante la ocurrencia de un evento que ocasione daños; en este sentido se tomaron como componentes de análisis la capacidad económica de los pobladores, la cobertura de servicios públicos, las organizaciones cívicas, la tipología de viviendas y, el nivel de conocimiento que los habitantes tienen del problema de estabilidad y de las actuales y potenciales repercusiones que éste ocasiona o puede ocasionar sobre sus viviendas.

Aunque la capacidad de respuesta de la comunidad involucra el estudio de otros aspectos como la organización del barrio en -lo referente a juntas administradoras locales y juntas de acción comunal, puesto que son éstas las encargadas de actuar como intermediarias entre la comunidad y las entidades del Distrito, y de esa manera dar a conocer los procedimientos a seguir ante la ocurrencia de un desastre como un fenómeno de remoción en masa; la evaluación de su funcionamiento, eficacia e interacción con las entidades distritales, no fue contemplada por estar fuera de los alcances de este estudio.

Este tópico se calificó a partir de la información colectada, pues para la escala de trabajo no existen aún las herramientas necesarias para cuantificar los datos. En los siguientes párrafos se hace una breve descripción de las condiciones relevantes en este aspecto:

### Percepción del Peligro

En algunos sectores la comunidad reconoce estados reales y potenciales de peligro pues los deslizamientos traslacionales y flujos, han afectado seriamente algunas residencias, al punto de ser necesaria su reubicación.

Los programas de relocalización adelantados hasta el momento por la DPAE, han inquietado e incluso atemorizado a los vecindarios involucrados ante la incertidumbre sobre la propagación de los procesos y la afectación de su mayor propiedad. Una de las variables más importantes en este proceso, consiste en que esta medida, la reubicación, es entendida por los pobladores como un mecanismo de obtención de dinero o de vivienda nueva, en todo caso, de mejoramiento de su calidad de vida. Esta concepción los ha inducido a intentar a ser favorecidos, amplificando y agravando, en ocasiones, los perjuicios reales que han sufrido sus viviendas y enseres a causa de los procesos.

Lo anterior sumado a que los habitantes no manifiestan arraigo a sus barrios dada la muy precaria condición de sus líneas vitales: acueducto, energía eléctrica, vías, etc y los deficientes servicios de transporte y aseo, entre otros; hace que la mayoría esté dispuesta a abandonar sus lugares de habitación, siempre y cuando se le garantice alguna retribución (económica o física) por hacerlo.

### Organizaciones Cívicas

Cada uno de los barrios cuenta con una Junta de Acción Comunal (JAC) que canaliza y gestiona la mayoría de las inquietudes de los residentes en cuanto a servicios públicos domiciliarios y comunitarios. Sin embargo, los problemas de inestabilidad de las casas, se han abordado como intereses individuales y por cada propietario pues las JAC no tienen injerencia en este asunto.

Estas organizaciones son estructuras concebidas como gestoras de los intereses colectivos de la índole mencionada, pero no como unidades de atención de las emergencias que pudieran suscitarse por la acción de los FRM. Su protagonismo, en caso de emergencia, es cuestionable puesto que carecen de herramientas para atender este tipo de situaciones.

### Capacidad Económica de los Pobladores

La contingencia o capacidad de respuesta económica para la población de los barrios Triángulo, Triángulo Alto y Corinto, medida por los ingresos brutos familiares se puede catalogar como baja, pues se presenta un valor promedio de \$251.000 pesos, inferior al salario mínimo mensual vigente (\$266.100). En la



**Figura 6.1A** se observa el comportamiento de esta variable en el sector y en la **Figura 6.1B**, se comparan los ingresos de las familias de los tres barrios. Este generalizado nivel de ingresos bajo no permitiría a los habitantes, en caso de presentarse un desastre, una recuperación rápida y sin traumatismos de su condición de vida actual, expresada en lote, vivienda y bienes, máxime cuando el porcentaje de familias no propietarias es del 12% y contiene un alto número de personas por núcleo familiar, cinco en promedio.

### Cobertura de servicios

La carencia de los servicios públicos básicos es dramática (**Figura 6.2**): de alrededor del 76% en el suministro legal de agua potable, para el sistema de alcantarillado 81%; luz eléctrica 26% y 85% en la red telefónica. La casi totalidad de las vías del sector no cuenta con pavimento y el cubrimiento de gas domiciliario es nulo. El marco anterior resalta la desatención de la mayoría de entidades distritales en la mejora de la calidad de vida de la población.

Los habitantes han subsanado estas carencias con conexiones de contrabando a las redes eléctrica y de acueducto. En lo concerniente al sistema de alcantarillado, han construido de manera artesanal unos comunales en tubería de gres que se fracturan fácilmente y que por su reducido diámetro, con frecuencia se taponan; otros, son cunetas en tierra (al aire libre) dentro de un sistema de aguas servidas que por una parte, menoscaba la estabilidad de las laderas que atraviesa y por otra, es nauseabundo y foco de infecciones dentro de la población, principalmente la infantil (**Plano 7**).

El servicio telefónico en el sector es paupérrimo, excepción hecha del barrio Triángulo en la parte baja: los teléfonos públicos fueron suspendidos y en la actualidad Corinto no tiene un solo teléfono para 246 familias; Triángulo Alto cuenta apenas con dos privados para 130 y Triángulo de acceso más fácil y directo, con 73 líneas para 130 familias. De esta manera, dar aviso oportuno y rápido de una emergencia en la zona alta (Triángulo Alto y Corinto) es una labor impracticable.

### Tipología de las viviendas

Si bien el tipo de vivienda y sus características físicas se analizarán dentro del contexto de la vulnerabilidad física, las construcciones en sí mismas, son indicativo de calidad de vida de los habitantes. La mayor parte de las viviendas (**Figuras 6.3A y 6.3B – Gráficas 1**) se consideran de calidad de construcción mala, (sin sistema estructural alguno y con materiales de recuperación), 148 unidades; regular (estados intermedios), 130; y de buena calidad constructiva (sistema estructural aporticado), 120. El **Plano 12** registra la clasificación de las viviendas por tipo de sistema estructural, en él se evidencia que en Corinto y Triángulo Alto, predominan los de recuperación y los prefabricados mientras que en Triángulo es notoria la mejoría en la calidad de las mismas. En el sector, un buen porcentaje de los habitantes viven en sus lotes hace más de seis (6) años, allí han construido sus lugares de habitación y los han mejorado o substituido dependiendo de las condiciones de deterioro y de sus exiguas posibilidades económicas. (**Figuras 6.3A y 6.3B – Gráficas 2**).

El panorama reseñado refleja claramente que en el sector, los moradores en su mayoría son humildes, con ingresos inexplicablemente suficientes para subsistir. En caso de desastre, la recuperación sería, a ciencia cierta, traumática sin el apoyo de alguna entidad institucional, la posibilidad de vivienda a corto plazo, sería insostenible, el pago de un arriendo y la alimentación consumiría la totalidad de los ingresos por familia.

Al considerar los tópicos anteriores es claro que las condiciones difíciles de vulnerabilidad socioeconómica son similares para Corinto y Triángulo Alto y algo mejores para Triángulo. Y aunque no se cuenta en este proyecto, con elementos comparativos para cualificar la vulnerabilidad social, se estima que ella oscila desde media baja en Triángulo hasta baja en Triángulo Alto y Corinto, básicamente por la incapacidad de la comunidad de sobrellevar un desastre y de recuperar su condición de vida actual.

## 6.2 VULNERABILIDAD FÍSICA.

En este trabajo, la vulnerabilidad física de las viviendas del sector, se expresa como una medida porcentual de los costos de las averías originadas por un agente destructor, en este caso los FRM. El porcentaje (expresado en partes por uno) del perjuicio sobre el inmueble, definido con ID, índice de daño, es proporcional a la exposición de los elementos e inversamente proporcional a su resistencia. El primer tópico se estudiará con base en las posibles longitudes de viaje y el segundo, con la tipología de viviendas, como se explica a continuación.

### 6.2.1 EXPOSICIÓN.

Esta variable cobra importancia dentro del análisis de vulnerabilidad física si se considera que si y solo si los elementos se encuentran dentro de la zona de influencia de los eventos (es decir, expuestos), pueden ser atacados por ellos.

En este sentido, todo movimiento está compuesto por tres grandes zonas que son: La Zona de Influencia Directa (ZID) definida como el área en la que tiene lugar el movimiento, la Zona de Influencia Indirecta (ZII) que corresponde a aquélla que puede ser invadido o afectado por la masa deslizada y una última denominada Zona de Influencia Nula (ZIN), en donde no se espera ningún tipo de afectación. Esta división obedece a las diferentes solicitaciones a las que son sometidas las estructuras en cada zona de influencia, dependiendo del tipo de procesos de inestabilidad. La **Tabla 6.1** relaciona el tipo de evento y la solicitación que recaería sobre las unidades físicas en cada una de las zonas de influencia.

De la evaluación geotécnica y, con base en la clasificación de los fenómenos de remoción en masa que afectan los elementos físicos del sector (inventario de procesos, Plano 5), se determinaron las zonas de afectación directa (ZID) e indirecta (ZII) y las no afectadas (ZIN) para cada mecanismo. La primera fue definida considerando la proyección horizontal de la superficie crítica de estabilidad (secciones de análisis A-A' a T-T') y el límite externo de la zona de influencia indirecta (ZII) se obtuvo con base en las evidencias de campo de los fenómenos de remoción en masa desarrollados y en la distancia de viaje de los cuerpos inestables; esta última fue determinada a partir del patrón geométrico de los taludes estudiados (mismas secciones) y del proceso de inestabilidad aplicando las ecuaciones presentadas por Finlay et al (1999). La **Tabla 6.2** contiene los datos de ingreso para los cortes estudiados y las distancias de viaje estimadas para cada uno. A partir de este límite y alejándose del fenómeno, se considera que cualquier elemento se localiza fuera de la zona de influencia (ZIN). Y el inventario para cada lote, el tipo de evento que lo amenaza o podría hacerlo, la zona de influencia en la que se localiza y el porcentaje de área de afectación, PAA, se encuentra en las **Tablas 6.3A, 6.3B y 6.3C** (Triángulo, Triángulo Alto y Corinto, respectivamente).

## 6.2.2 RESISTENCIA (IR).

En términos generales, la importancia de evaluar la resistencia radica en que a mayor resistencia de los elementos, la vulnerabilidad física es menor. Aunque la resistencia de la vivienda como conjunto está determinada por la de sus componentes, en el presente estudio, se estimó un comportamiento integral asociado a la clase de sistema estructural; no obstante lo anterior, éste es el reflejo, en alguna medida, de las partes. En las **Figuras 6.3A y 6.3B - Gráficas 3, 4, 5 y 6** - se muestran globalmente y por barrios, los tipos de cobertura, estructura de techo, estructura de la placa de piso y el sistema estructural.

En lo que atañe al tipo de cubierta, las más frecuentes son de zinc y de recuperación; éstas, como se puede inferir fácilmente, retribuyen muy poca resistencia al conjunto. En cuanto a la estructura de techo, la situación no es muy diferente puesto que casi el 80% es de madera. La mayoría de las estructuras de piso son elaboradas en madera, en concreto pobre o en tierra, sistemas éstos cuya resistencia también es baja, lo que traduce en que la asimilación del proceso por el elemento se reduzca notablemente porque no posee un adecuado soporte. Esta situación se ve ampliamente reflejada en sistemas estructurales pobres -desde el punto de vista de su respuesta ante sollicitaciones externas- de tipo recuperación, mixtos y prefabricados que son los predominantes.

Retomando la concepción de cualificar el comportamiento de las viviendas, integralmente éstas fueron discriminadas según el sistema estructural, la calidad de sus materiales y su calidad constructiva en:

- *Recuperación y Palafitos:* Encierran viviendas construidas con sistemas estructurales muy precarios en madera y sin un correcto sistema de transición de cargas al suelo de fundación; en materiales como cartón, lata y madera; sin sistema de cimentación; con techos construidos en zinc, madera, lata, cartón y mixtos; la calidad se considera baja.
- *Prefabricados:* Como su nombre lo indica, son viviendas modulares en concreto, de media a baja calidad constructiva cimentadas sobre placas delgadas del mismo material; la estructura del techo es en madera y su cubierta en teja de asbesto – cemento.
- *Vivienda en Mampostería:* Contempla todas las viviendas de uno ó dos pisos, cuyos muros son en mampostería con diferentes tipos de elementos de amarre estructural, donde ellos hacen las veces de unidades de soporte. Con calidad constructiva que oscila desde alta hasta regular; la cubierta usualmente es de asbesto, cemento ó zinc.
- *Vivienda hasta dos niveles,* de buena calidad de construcción con estructura. Estas unidades involucran sistemas apertados con placas de entrepisos cuyos materiales de cubierta pueden ir desde la teja en asbesto – cemento hasta concreto.

El **Plano 12** de tipología de viviendas muestra la distribución espacial de los diferentes sistemas estructurales, de él se desprende las grandes diferencias que existen entre los tres barrios, a este respecto y que exhiben las mejores topologías en el Barrio El Triángulo en contraste con los otros dos caracterizados por construcciones de recuperación, palafitos y prefabricados especialmente en Corinto. El comportamiento de cada tipología frente a los fenómenos de inestabilidad se contempla en el numeral 6.2.3.

Aún cuando existe una buena proporcional de lotes vacíos, con mayor preponderancia en los Barrios Triángulo y Corinto, no serán considerados dentro de la evaluación de riesgos a pesar de que el Consultor considera que si cualquiera de ellos se vieran afectados por un deslizamiento, su valor se reduciría posiblemente hasta anular su capacidad de uso habitacional, lo que ameritaría su inclusión en la evaluación de riesgos.

### 6.2.3 INTENSIDAD E ÍNDICE DE DAÑO (IND E ID).

Los perjuicios que se producirían sobre las unidades, están condicionados por dos variables: el de exposición y el de resistencia; el primero involucra el tipo de evento (deslizamientos traslacionales o rotacionales, flujos, caídas de bloques, etc.), la localización de las viviendas con respecto al mismo y la sollicitación que el proceso ejerza sobre los componentes; el segundo, la calidad, propiedades y atributos de las casas, que, como se ha expresado antes, se condensan en la tipología. La contribución de las variables ya expuestas se registra en la matriz de intensidad de daño (Tabla 6.4A). Esta intensidad se cuantifica desde Muy Baja (I), hasta Muy Alta (V) y se formula con un índice de daño (ID) que representa el porcentaje de destrozos en la vivienda. La reciprocidad entre las dos variables, InD e ID, fue establecida por el DRM (Delegation aux Risques Majeurs) y se consigna en la Tabla 6.4B.

El costo de los daños, VD, expresado en pesos, se totaliza al sintetizar el Valor Inicial del Inmueble, VII (también en pesos); el Porcentaje de Área de Afectación, PAA y el Índice de Daño, ID, así:

$$VD = VII * PAA * ID$$

### 6.2.4 ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA (IVF)

Por último, al comparar el valor de daño con respecto al valor inicial del predio se obtiene el índice de vulnerabilidad física, IVF; la ecuación resultante es:

$$IVF = VD / VII$$

En ella se observa que mientras mayores sean los daños, la vulnerabilidad también lo será. En las Tablas 6.3A a 6.3C se muestran los cálculos respectivos. La Figura 6.4 exhibe el análisis de frecuencia de índice y de la cualificación de la vulnerabilidad con base en los siguientes criterios:

IVF	Categoría de vulnerabilidad
0 – 0.375	Baja
0.375 – 0.625	Media
0.625 - 1	Alta

De la Figura 6.4 se deduce que la vulnerabilidad de las unidades físicas es más crítica en El Triángulo donde el 35% se ubica en áreas de vulnerabilidad baja, mientras que este porcentaje disminuye notoriamente en Triángulo Alto (2%) y en Corinto (19%). (Plano 13).

### 6.3 RIESGO ACTUAL.

El riesgo incurrido en una zona o elemento, frente a una solicitud determinada, se puede expresar al combinar la probabilidad de ocurrencia de la solicitud (amenaza actual-Pf) con las pérdidas potenciales. Para el presente trabajo las pérdidas potenciales corresponden a las pérdidas directas en viviendas y enseres, las cuales se pueden calcular multiplicando los costos de capital por el índice de vulnerabilidad física. El riesgo queda de esta manera; definido en términos de pesos.

$$\text{Riesgo} = \text{Pf} * \text{VD}$$

Con el fin obviar el subjetivo contexto de los costos de capital, no comparables en un marco global ya que ellos son el resultado de las diferencias de los montos de inversión en cada vivienda, es mejor recurrir al índice de riesgo, puesto que esta situación podría conducir a tergiversaciones y vicios en el concepto, tales como que las pérdidas en viviendas de cuantiosa inversión aparecerían con un valor de perjuicio potencial elevado con respecto a unas más modestas aunque su condición de riesgo fuera semejante. Por lo tanto, por simplicidad en la presentación de los resultados, se obviaron los costos de capital, así:

$$\text{IRA} = \text{Pf} * \text{IVF} = \text{Pf} * \text{VD}/\text{VII} = \text{Pf} * (\text{VII} * \text{PAA} * \text{ID})/\text{VII} = \text{Pf} * \text{PAA} * \text{ID}$$

Entonces, el índice de riesgo actual, IRA, corresponde a un valor entre 0 y 1, donde los menores niveles de riesgo son cantidades cercanas a cero (**Tablas 6.3A a 6.3C**). Si bien el intervalo de valores del IRA posee como límite superior la unidad, la pérdida de la mitad de una vivienda puede asumirse como crítica. Ello permitió concluir que los intervalos de categorización (**Figura 6.5**) no podrían expresarse de manera similar a las de los índices anteriores, por lo tanto se adoptaron como intervalos de cualificación de las pérdidas probables, las siguientes.

IRA	Categoría de Riesgo Actual
< 0.15	Bajo
0.15 – 0.25	Medio
>0.25	Alto

El **Plano 14** ilustra el resultado obtenido donde se evidencia que los barrios El Triángulo y Corinto presentan proporcionalmente mayor número de viviendas en zonas de alto riesgo (31% y 34%), mientras que en Triángulo Alto sólo el 9%. No obstante, en Corinto, únicamente el 20% de las unidades físicas se encuentra localizada en zona de riesgo bajo, y en El Triángulo y Triángulo Alto estos porcentajes son cercanos al 50%.

En aras de reducir la amenaza y /o la vulnerabilidad en el sector, se discutirá por zona, en el Capítulo 7, una serie de medidas tendientes a mitigar de esta manera el riesgo.

#### 6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La respuesta de las viviendas en los tres barrios es homogénea, con una categorización de vulnerabilidad física intermedia. Los elementos con mayor índice de vulnerabilidad física se ubican en el Barrio El Triángulo, casa 5 - manzana 5 y viviendas 10, 11 y 12 - manzana 2; en la manzana 8, casas 20, 22, 24, 25 y 26 del Barrio Triángulo Alto y en el costado occidental del Barrio Corinto, manzanas 22, 15, 17 y 30.

Las viviendas con alto IVF del barrio El Triángulo, poseen sistemas estructurales elaborados con pórticos y se encuentran localizadas en la ZID de los fenómenos; en los otros dos barrios, las unidades están establecidas en la ZII de los procesos de inestabilidad y fueron catalogadas de esa manera (alta vulnerabilidad) no sólo por su alta exposición sino por la tipología de vivienda, en su mayoría de recuperación (resistencia baja).

En cuanto al mejoramiento de la resistencia de estos elementos, la medida no es aplicable pues esto involucraría modificar el sistema estructural y los materiales de construcción, caso en el cual resultaría más económica la opción de reubicar. Aquí las fallas se han presentado básicamente en los depósitos, y la solución ha sido recurrente: se reubica la familia pues es necesaria la reconstrucción total de la vivienda ya que el daño por lo general es severo. Así entonces, el objetivo de las obras debe ser reducir la exposición, lo cual se puede lograr con la disposición de obras que han sido citadas en el numeral 5.4.

Los principales escenarios de riesgo coinciden con las zonas de amenaza alta. En general, el riesgo en estas áreas se considera mitigable pero requeriría de grandes niveles de inversión pues los barrios adolecen de falta de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario que facilitarían la evacuación tanto del agua lluvia como sanitaria principales agentes contribuyentes y detonantes de los procesos de inestabilidad.

Este panorama conduce inevitablemente, a conservar estas áreas inhabitadas y a generar directrices tendientes a plantear un plan integral de reordenamiento urbano donde las zonas de alto riesgo se destinen exclusivamente a recreación pasiva.

## **TABLAS**

**TABLA 6.1**  
**SOLICITACIONES A PARTIR DEL TIPO DE FENÓMENO**  
**Y LA LOCALIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS**

EVENTO	ZONA DE INFLUENCIA	SOLICITACIÓN	
Deslizamientos traslacionales	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)		Presiones laterales
		Baja	
		Media	
Deslizamientos rotacionales	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)		Presiones laterales
		Baja	
		Media	
Flujos de tierra	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)		Presiones laterales
		Baja	
		Media	
Caída de bloques	Zona de Influencia Directa (ZID)	Desplazamientos verticales	Bajo
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)		Impactos
		Bajo	
		Medio	
	Alto		



**TABLA 6.2**

**CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS DE VIAJE DE LAS MASAS POTENCIALMENTE INESTABLES<sup>1</sup>**

Sección Análisis	Tipo de Fenómeno	Inicio de falla Abscisa (m)	Elevación del Plano de referencia (msnm)	Altura de falla H (m)	Ángulo de Inclinación del Talud (°)	Ángulo de Inclinación del Talud (Rad)	Constante (C0)	Coficiente (C1)	Log H	Coficiente (C2)	Log (Tan A)	Log L	Distancia de Viaje (m)
A - A'	Deslizamiento	35.00	2700.00	6.00	32.00	0.56	0.16	1.06	0.78	-0.45	-0.20	1.07	11.74
B - B' (1)	Deslizamiento	106.30	2720.00	23.00	32.00	0.56	0.16	1.06	1.36	-0.45	-0.20	1.69	48.45
B - B' (2)	Deslizamiento	45.80	2701.00	16.60	42.00	0.73	0.16	1.06	1.22	-0.45	-0.05	1.46	29.10
C - C' (1)	Deslizamiento	116.50	2722.50	33.00	21.00	0.37	0.16	1.06	1.52	-0.45	-0.42	1.95	88.47
C - C' (2)	Deslizamiento	32.50	2701.00	21.00	30.00	0.52	0.16	1.06	1.32	-0.45	-0.24	1.66	45.63
D - D' (1)	Deslizamiento	214.00	2759.00	26.00	30.00	0.52	0.16	1.06	1.41	-0.45	-0.24	1.76	57.16
D - D' (2)	Deslizamiento	153.50	2743.00	13.00	18.00	0.31	0.16	1.06	1.11	-0.45	-0.49	1.55	35.72
D - D' (3)	Deslizamiento	100.00	2726.00	17.50	28.00	0.49	0.16	1.06	1.24	-0.45	-0.27	1.59	39.08
D - D' (4)	Deslizamiento	69.00	2720.00	12.00	20.00	0.35	0.16	1.06	1.08	-0.45	-0.44	1.49	31.18
D - D' (5)	Deslizamiento	22.00	2703.00	14.00	37.00	0.65	0.16	1.06	1.15	-0.45	-0.12	1.42	26.36
E - E'	Deslizamiento	39.00	2714.00	14.00	21.00	0.37	0.16	1.06	1.15	-0.45	-0.42	1.55	35.81
F - F' (1)	Deslizamiento	145.00	2756.50	35.50	36.00	0.63	0.16	1.06	1.55	-0.45	-0.14	1.85	71.53
F - F' (2)	Deslizamiento	84.00	2729.00	27.00	19.00	0.33	0.16	1.06	1.43	-0.45	-0.46	1.88	75.21
F - F' (3)	Deslizamiento	42.50	2729.00	14.50	19.00	0.33	0.16	1.06	1.16	-0.45	-0.46	1.59	39.04
G - G' (1)	Deslizamiento	47.00	2730.00	25.00	45.00	0.79	0.16	1.06	1.40	-0.45	0.00	1.63	42.74
G - G' (2)	Deslizamiento	33.00	2730.00	15.50	35.00	0.61	0.16	1.06	1.19	-0.45	-0.15	1.48	30.34
G - G' (3)	Deslizamiento	134.00	2730.00	31.00	31.00	0.54	0.16	1.06	1.49	-0.45	-0.22	1.83	67.58
H - H'	Deslizamiento	118.00	2742.00	34.00	16.00	0.28	0.16	1.06	1.53	-0.45	-0.54	2.02	104.23
I - I'	Deslizamiento	45.00	2785.50	26.00	45.00	0.79	0.16	1.06	1.41	-0.45	0.00	1.65	44.54
J - J' (1)	Deslizamiento	206.00	2778.00	42.00	18.00	0.31	0.16	1.06	1.62	-0.45	-0.49	2.09	123.08
J - J' (2)	Deslizamiento	125.00	2778.00	17.00	16.50	0.29	0.16	1.06	1.23	-0.45	-0.53	1.69	49.43
J - J' (3)	Deslizamiento	60.00	2760.00	16.00	14.00	0.24	0.16	1.06	1.20	-0.45	-0.60	1.70	50.14
J - J' (4)	Deslizamiento	265.00	2820.00	24.50	22.50	0.39	0.16	1.06	1.39	-0.45	-0.38	1.80	62.42
L - L'	Deslizamiento	64.00	2821.00	23.50	22.00	0.38	0.16	1.06	1.37	-0.45	-0.39	1.78	60.42
M - M' (1)	Deslizamiento	167.00	2815.00	37.50	16.70	0.29	0.16	1.06	1.57	-0.45	-0.52	2.05	113.23
M - M' (2)	Deslizamiento	28.50	2794.00	14.90	45.00	0.79	0.16	1.06	1.17	-0.45	0.00	1.39	24.76
N - N' (1)	Deslizamiento	70.00	2877.00	8.00	26.00	0.45	0.16	1.06	0.90	-0.45	-0.31	1.25	17.80
N - N' (2)	Deslizamiento	45.50	2854.00	21.50	35.00	0.61	0.16	1.06	1.33	-0.45	-0.15	1.63	42.85
O - O'	Deslizamiento	54.00	2848.00	30.00	32.00	0.56	0.16	1.06	1.48	-0.45	-0.20	1.81	64.13
P - P'	Deslizamiento	58.00	2863.00	32.00	33.00	0.58	0.16	1.06	1.51	-0.45	-0.19	1.83	67.46
Q - Q'	Deslizamiento	52.00	2871.00	29.50	30.00	0.52	0.16	1.06	1.47	-0.45	-0.24	1.81	65.31
R - R'	Deslizamiento	70.50	2873.00	12.00	20.00	0.35	0.16	1.06	1.08	-0.45	-0.44	1.49	31.18
S - S' (1)	Deslizamiento	131.00	2901.00	33.00	27.30	0.48	0.16	1.06	1.52	-0.45	-0.29	1.89	77.35
S - S' (2)	Deslizamiento	72.00	2880.00	21.00	16.00	0.28	0.16	1.06	1.32	-0.45	-0.54	1.80	62.70
S - S' (3)	Deslizamiento	175.00	2901.00	50.00	27.30	0.48	0.16	1.06	1.70	-0.45	-0.29	2.08	119.90
T - T (1)	Deslizamiento	30.00	2894.00	10.00	31.00	0.54	0.16	1.06	1.00	-0.45	-0.22	1.31	20.49
T - T (2)	Deslizamiento	52.50	2894.00	21.50	23.00	0.40	0.16	1.06	1.33	-0.45	-0.37	1.73	53.79

<sup>1</sup> Cálculo obtenido con un 95% de confianza.

**TABLA 6.3 A**  
**DETERMINACIÓN DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO TRIÁNGULO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA			VULNERABILIDAD				AMENAZA		RIESGO		
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al desastriamiento	Solicitación	Características de la sollicitación	PAA : % de área afectada	Tipo de Vivienda	InD: Intensidad de Daño	ID: Índice de daño ID=(I/MD)	VI: Valor inicial del inmueble (\$*1000)	VD: Valor de daño (\$*1000)	IVF: Índice de Vulnerabilidad Física IVF = VD / VI	Vulnerabilidad Física	Probabilidad de falla PF:	Amenaza	IR: Índice de riesgo IR= PF*IVF	Riesgo
1	1	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.24	Sistema estructural	III	0.500	32500	3900	0.120	Baja	0.10	Medio	0.012	Bajo
2	1	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.24	Sistema estructural	III	0.500	30000	3600	0.120	Baja	0.10	Medio	0.012	Bajo
3	1	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.48	Mampostería	III	0.500	15800	3792	0.240	Baja	0.10	Medio	0.024	Bajo
3	1	4	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.80	Sistema estructural	III	0.500	32500	13000	0.400	Medio	0.10	Medio	0.040	Bajo
4	1	5	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.80	Lote vacío	IV	0.750	6000	3600	0.600	LV	0.10	Medio	0.060	LV
4	1	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.72	Lote vacío	V	0.950	6000	4104	0.684	LV	0.10	Medio	0.068	LV
5	1	6	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.80	Mampostería	III	0.500	15800	6320	0.400	Medio	0.10	Medio	0.040	Bajo
6	1	7	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Alta	0.80	Sistema estructural	III	0.500	32500	13000	0.400	Medio	0.10	Medio	0.040	Bajo
7	2	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Baja	0.24	Lote vacío	III	0.500	6000	720	0.120	LV	0.05	Bajo	0.006	LV
8	2	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Baja	0.24	Sistema estructural	I	0.055	30000	396	0.013	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
9	2	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Baja	0.24	Sistema estructural	I	0.055	35000	462	0.013	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
10	2	4	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Baja	0.24	Sistema estructural	I	0.055	40000	528	0.013	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
11	2	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.24	Sistema estructural	III	0.500	32500	3900	0.120	Baja	0.05	Bajo	0.006	Bajo
12	2	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10750	4300	0.400	Medio	0.48	Alto	0.192	Medio
13	2	6A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	30000	12000	0.400	Medio	0.48	Alto	0.192	Medio
14	2	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	40000	16000	0.400	Medio	0.48	Alto	0.192	Medio
15	2	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Mampostería	III	0.500	15800	7900	0.500	Medio	0.48	Alto	0.240	Medio
16	2	8A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Mampostería	III	0.500	20000	10000	0.500	Medio	0.48	Alto	0.240	Medio
17	2	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.48	Alto	0.456	LV
18	2	10	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	15000	11250	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
19	2	11	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.48	Alto	0.456	LV
19	2	12	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.48	Alto	0.456	LV
20	3	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	14000	386	0.028	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
21	3	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Lote vacío	IV	0.750	6000	1080	0.180	LV	0.05	Bajo	0.009	LV
22	3	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	32500	897	0.028	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
23	3	4	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Mampostería	III	0.500	15800	1896	0.120	Baja	0.05	Bajo	0.006	Bajo
24	3	5	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	40000	1104	0.028	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
25	3	6	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	20000	552	0.028	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
26	3	7	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	32500	897	0.028	Baja	0.05	Bajo	0.001	Bajo
27	3	8	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.64	Sistema estructural	II	0.115	35000	2576	0.074	Baja	0.05	Bajo	0.004	Bajo
28	3	9	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.64	Sistema estructural	II	0.115	60000	4416	0.074	Baja	0.48	Alto	0.035	Bajo
29	3	10	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.72	Sistema estructural	II	0.115	32500	2691	0.083	Baja	0.48	Alto	0.040	Bajo
30	4	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Mampostería	V	0.950	15800	12008	0.760	Alta	0.48	Alto	0.365	Alto
31	4	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	45000	33750	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
32	4	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	65000	48750	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
33	4	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	25000	18750	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
34	4	5A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	10000	7500	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
35	4	5B	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	15000	11250	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
36	4	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	40000	30000	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
37	4	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Prefabricados	IV	0.750	10750	8063	0.750	Alta	0.48	Alto	0.360	Alto
38	4	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.48	Alto	0.456	LV
39	4	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Mampostería	V	0.950	25000	19000	0.760	Alta	0.48	Alto	0.365	Alto
40	4	10	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.60	Lote vacío	V	0.950	6000	3420	0.570	LV	0.48	Alto	0.274	LV
41	5	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Sistema estructural	III	0.500	32500	16250	0.500	Medio	0.40	Alto	0.200	Medio
42	5	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Mampostería	III	0.500	15800	7900	0.500	Medio	0.40	Alto	0.200	Medio
43	5	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.40	Alto	0.380	LV
44	5	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Mampostería	III	0.500	20000	10000	0.500	Medio	0.40	Alto	0.200	Medio
45	5	5	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	5250	0.750	Alta	0.40	Alto	0.300	Alto
46	5	6	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	1.00	Prefabricados	II	0.115	20000	2300	0.115	Baja	0.40	Alto	0.046	Bajo
47	6	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	32500	24375	0.750	Alta	0.40	Alto	0.300	Alto
48	6	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	20000	15000	0.750	Alta	0.40	Alto	0.300	Alto
49	6	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Recuperación o palafitos	V	0.950	7000	6650	0.950	Alta	0.40	Alto	0.380	Alto
50	6	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	1.00	Sistema estructural	IV	0.750	25000	18750	0.750	Alta	0.40	Alto	0.300	Alto
51	7	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Mampostería	V	0.950	15800	12008	0.760	Alta	0.40	Alto	0.304	Alto
52	7	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Recuperación o palafitos	V	0.950	14000	10640	0.760	Alta	0.40	Alto	0.304	Alto
53	7	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	32500	19500	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
54	8	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Prefabricados	IV	0.750	10750	6450	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
55	8	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Prefabricados	IV	0.750	6000	3600	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
56	8	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	32500	19500	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
57	8	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	35000	21000	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
58	8	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	32500	19500	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio
59	8	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.64	Sistema estructural	IV	0.750	32500	15600	0.480	Medio	0.40	Alto	0.192	Medio
60	8	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.56	Sistema estructural	IV	0.750	60000	25200	0.420	Medio	0.40	Alto	0.168	Medio
61	8	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	32500	19500	0.600	Medio	0.40	Alto	0.240	Medio

TABLA 6.3 A  
DETERMINACIÓN DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO TRIÁNGULO

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA			VULNERABILIDAD			AMENAZA		RIESGO			
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al deslizamiento	Solicitud	Características de la solicitud	PAA : % de área afectada	Tipo de Vivienda	IN/D: Intensidad de Daño	ID: Índice de daño I/D=(I/MI)	VI: Valor inicial del inmueble (\$'1000)	VD: Valor de daño (\$'1000)	IVF: Índice de Vulnerabilidad Física IVF = VD / VI	Vulnerabilidad Física	PF: Probabilidad de falla	Amenaza	IR: Índice de riesgo IR = PF / IVF	Riesgo
62	8	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.40	Alto	0.304	LV
63	8	10	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Mampostería	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.31	Medio	0.124	Medio
64	8	11	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
65	8	12	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Mampostería	III	0.500	15800	6320	0.400	Media	0.31	Medio	0.124	Medio
66	8	13	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
67	8	14	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
68	8	15	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
69	9	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.48	Sistema estructural	III	0.115	32500	1794	0.055	Baja	0.16	Medio	0.009	Bajo
70	9	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	15800	6320	0.400	Media	0.47	Alto	0.188	Medio
71	9	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Sistema estructural	IV	0.750	32500	19500	0.600	Media	0.47	Alto	0.282	Alto
72	9	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Rápido	0.80	Prefabricados	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.47	Alto	0.282	Alto
73	9	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.48	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	2520	0.360	Baja	0.16	Medio	0.058	Bajo
74	10	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	32500	13000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
75	10	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	15800	6320	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
76	10	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	32500	13000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
77	10	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	60000	24000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
78	10	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.08	Medio	0.061	LV
79	10	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	35000	14000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
80	10	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.08	Medio	0.061	LV
81	10	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10750	4300	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
82	11	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
83	11	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	14000	1288	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
84	11	2A	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	15000	1380	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
85	11	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.08	Medio	0.002	Bajo
85	11	4	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Mampostería	III	0.500	15800	1896	0.120	Baja	0.08	Medio	0.010	Bajo
85	11	5	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Mampostería	III	0.500	15800	1896	0.120	Baja	0.08	Medio	0.010	Bajo
86	11	6	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	15000	1380	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
87	11	7	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Mampostería	III	0.500	15000	6000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
88	11	8	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	II	0.115	10750	989	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
89	11	8A	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.64	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	3360	0.480	Media	0.08	Medio	0.038	Bajo
90	11	9	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
91	11	10	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	20000	1840	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
92	11	11	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
93	11	12	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	40000	3680	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
94	11	13	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Mampostería	III	0.500	15800	6320	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
95	11	14	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	32500	2990	0.092	Baja	0.08	Medio	0.007	Bajo
96	12	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	35000	14000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
97	12	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10750	4300	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
98	12	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.08	Medio	0.048	Bajo
99	12	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.08	Medio	0.048	Bajo
100	12	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	12000	7200	0.600	Media	0.08	Medio	0.048	Bajo
101	12	5A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10750	4300	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
102	12	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	32500	13000	0.400	Media	0.08	Medio	0.032	Bajo
103	13	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Prefabricados	III	0.500	10750	5375	0.500	Media	0.51	Alto	0.255	Alto
104	13	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	5250	0.750	Alta	0.51	Alto	0.383	Alto
105	13	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Sistema estructural	III	0.500	32500	16250	0.500	Media	0.51	Alto	0.255	Alto
106	13	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.51	Alto	0.485	LV
107	14	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	10000	6750	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
108	14	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	12000	8100	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
109	14	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4725	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
110	14	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4725	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
111	14	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	9000	6075	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
112	14	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4725	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
113	14	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.90	Lote vacío	V	0.950	6000	5130	0.855	LV	0.51	Alto	0.436	LV
114	15	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.51	Alto	0.306	Alto
115	15	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	5000	2000	0.400	Media	0.51	Alto	0.204	Medio
116	15	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.51	Alto	0.306	Alto
117	15	4	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	II	0.115	10750	989	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
118	15	5	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	II	0.115	10750	989	0.092	Baja	0.31	Medio	0.029	Bajo
119	15	6	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	1.00	Sistema estructural	II	0.115	60000	6900	0.115	Baja	0.31	Medio	0.036	Bajo
120	15	7	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Lote vacío	IV	0.750	6000	3600	0.600	LV	0.31	Medio	0.186	LV
121	16	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80	Sistema estructural	II	0.115	30000	2760	0.092	Baja	0.51	Alto	0.047	Bajo
122	16	2	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.72	Sistema estructural	II	0.115	32500	2691	0.083	Baja	0.51	Alto	0.042	Bajo
123	16	3	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.90	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4725	0.675	Alta	0.51	Alto	0.344	Alto
124	17	1	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	1260	0.180	Baja	0.10	Medio	0.018	Bajo
125	17	2 al 10	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	1260	0.180	Baja	0.10	Medio	0.018	Bajo

D:\Consultas\IT - TA - CIV\ Vulnerabilidad\TABLAS\_C6\Tablas\_C6.xls

**TABLA 6.3 B**  
**DETERMINACIÓN DE LOS INDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO TRIÁNGULO ALTO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN		RESISTENCIA			VULNERABILIDAD				AMENAZA		RIESGO				
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al	Solicitación	Características de la edificación	PAA - % de área afectada	Tipo de Vivienda	I/D: Intensidad de Daño	I/D: Índice de daño (I/D=I/IMD)	V: Valor íntegro del inmueble (\$1'000)	V/D - Valor de daño (\$1'000)	I/VF: Índice de Vulnerabilidad Física (I/VF= V/D / V)	Vulnerabilidad Física	PF: Probabilidad de falla	Amenaza	R: Índice de riesgo (R= PF * I/VF)	Rango
1	1	1	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.40	Mampostería	II	0.500	12700	2540	0.200	Baja	0.120	Medio	0.024	Bajo
1	1	2	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Medio	0.120	Medio	0.048	Bajo
2	1	3	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	5000	3000	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
3	1	4	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
4	1	5	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Medio	0.120	Medio	0.048	Bajo
5	1	6	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
6	1	6A	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
7	1	7	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
8	1	8	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
9	1	9	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
10	1	10	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
11	1	11	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
12	1	12	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
12	1	13	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
13	1	14	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
14	1	15	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
15	1	16	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
16	1	17	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.120	Medio	0.091	LV
17	1	18	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
18	1	19	Fluj. tierra	ZI	Presiones laterales	Medio	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.120	Medio	0.072	Bajo
19	1	20	Fluj. tierra	ZI	Presiones laterales	Medio	0.48	Lote vacío	IV	0.750	6000	2160	0.360	LV	0.120	Medio	0.043	LV
20	2	1	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
21	2	2	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
22	2	3	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
23	2	4	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
24	2	5	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
25	2	6	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
26	2	7	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
27	2	8	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
28	2	9	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
29	2	10	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
30	3	1	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Sistema estructural	II	0.500	22500	9563	0.425	Medio	0.450	Alto	0.191	Medio
31	3	2	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.450	Alto	0.287	Alto
32	3	3	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Prefabricados	II	0.500	9000	3825	0.425	Medio	0.450	Alto	0.191	Medio
33	3	4	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Sistema estructural	II	0.500	22500	9563	0.425	Medio	0.450	Alto	0.191	Medio
34	3	5	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Sistema estructural	II	0.500	22500	9563	0.425	Medio	0.450	Alto	0.191	Medio
35	3	6	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Mampostería	II	0.500	12700	5398	0.425	Medio	0.450	Alto	0.191	Medio
36	3	7	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.450	Alto	0.287	Alto
37	4	1	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
38	4	2	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
39	4	2A	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
40	4	3	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	10000	4000	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
41	4	4	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	II	0.500	20000	8000	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
42	4	5	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
43	4	6	Fluj. tierra	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
44	5	1A	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
45	5	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
46	5	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	II	0.500	25000	10000	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
47	5	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
48	5	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
49	5	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
50	5	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
51	5	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
52	5	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
53	5	8A	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
54	5	9	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
55	5	10	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
56	5	12	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
57	5	13	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
58	5	14	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
59	5	15	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
60	5	16	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	II	0.500	10000	4000	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
61	5	17	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	8000	4800	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
62	5	18	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
63	5	19	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	II	0.500	22500	9000	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
64	5	20	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
65	5	21	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.256	Medio	0.195	LV
66	5	22	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.256	Medio	0.154	Medio
67	5	23	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.256	Medio	0.102	Medio
68	6	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.050	Bajo	0.020	Bajo
69	6	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.050	Bajo	0.030	Bajo
70	6	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o patafios	IV	0.750	7000	4200	0.600	Medio	0.050	Bajo	0.030	Bajo
71	6	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	II	0.500	22500	9000	0.400	Medio	0.050	Bajo	0.020	Bajo
72	6	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	II	0.500	9000	3600	0.400	Medio	0.050	Bajo	0.020	Bajo
73	6	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0											

**TABLA 6.3 B**  
**DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO TRIÁNGULO ALTO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA			VULNERABILIDAD			AMENAZA		RIESGO		
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al	Solicitación	Características de la solicitación	Tipología de vivienda	Intensidad de Daño	ID: Índice de daño (D=I/IND)	VI: Valor físico de inmutabilidad (S*1000)	VD: Valor de daño (S*1000)	IVF: Índice de Vulnerabilidad Física (V=VD/VI)	Vulnerabilidad Física	Pf: Probabilidad de falla	Amenaza	IR: Índice de riesgo (R = Pf * IVF)	Riesgo
81	7	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
82	7	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
83	7	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
84	7	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	II	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
85	7	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	6000	2400	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
86	7	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Sistema estructural	II	0.500	22500	9000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
87	7	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
88	7	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
89	7	9	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
90	7	10	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
91	7	11	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
92	7	12	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
93	7	13	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
94	7	14	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
95	7	15	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
96	7	16	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
97	7	17	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
98	7	18	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
99	7	19	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	5000	3000	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
100	7	20	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
101	7	21	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
102	7	22	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80 Mampostería	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
103	7	23	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
104	7	24	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	8000	3200	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
105	7	25	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
106	7	26	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
107	8	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
108	8	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
108	8	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
109	8	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	5000	3000	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
110	8	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
111	8	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	8000	3200	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
112	8	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	25000	10000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
113	8	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
114	8	9	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
115	8	10	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	15000	6000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
116	8	12	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
117	8	13	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
118	8	14	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	28000	10400	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
119	8	15	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
120	8	16	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.80 Mampostería	III	0.500	12000	4800	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
121	8	17	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.48 Mampostería	III	0.500	10000	2400	0.240	Baja	0.050	Bajo	0.012	Bajo
122	8	18	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
123	8	19	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
124	8	20	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.050	Bajo	0.038	LV
125	8	21	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.050	Bajo	0.030	Bajo
126	8	22	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	15000	6000	0.400	Media	0.050	Bajo	0.020	Bajo
127	9	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
128	9	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
129	9	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
130	9	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
131	9	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
132	9	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
133	9	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
134	9	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
135	9	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
136	9	10	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	15000	11400	0.760	LV	0.317	Medio	0.241	LV
137	9	11	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Sistema estructural	III	0.500	22500	9000	0.400	Media	0.317	Medio	0.127	Medio
138	9	12	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
139	9	13	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	6000	3600	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
140	9	14	Desl. Trasl.	ZI	Presiones laterales	Media	0.56 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	2940	0.420	Media	0.317	Medio	0.133	Medio
140	9	15	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
141	9	16	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
142	9	17	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.317	Medio	0.190	Medio
143	9	18	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
144	9	19	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Lote vacío	V	0.950	6000	4845	0.808	LV	0.530	Alto	0.428	LV
145	9	20	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	8000	5100	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
145	9	21	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Lote vacío	V	0.950	6000	4845	0.808	LV	0.530	Alto	0.428	LV
145	9	23	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.530	Alto	0.403	LV
146	9	22	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
147	9	24	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
148	9	25	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	3000	1913	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
149	9	26	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85 Recuperación o patafijos	IV	0.750	7000	4463	0.638	Alta	0.530	Alto	0.338	Alto
150	10	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
151	10	1A	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Mampostería	III	0.500	12700	5080	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
152	10	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
153	10	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80 Recuperación o patafijos	IV	0.750								

**TABLA 6.3 C  
DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO CORINTO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA		VULNERABILIDAD				AMENAZA		RIESGO			
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al deslizamiento	Solicitación	Características de la edificación	PAA : % de área afectada	Tipo de Vivienda	R/D: Intensidad de Daño	ID: Índice de daño (ID=ff(n/D))	V/I: Valor inicial del inmueble (\$1'000)	VD: Valor de daño (\$1'000)	N/V: Índice de Vulnerabilidad Física N/V = VD / V/I	Vulnerabilidad Física	PF: Probabilidad de falla	Amenaza	R: Índice de riesgo R = PF * N/V	Riesgo
1	15	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
2	15	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	15000	6000	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
3	15	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7000	2800	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
4	15	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.220	Medio	0.167	LV
5	15	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
6	15	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
7	15	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	4000	2400	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
8	15	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
9	15	9	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	14000	5600	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
10	15	10	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	20000	8000	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
11	15	11	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	II	0.115	7300	672	0.092	Baja	0.220	Medio	0.020	Bajo
12	15	12	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.48	Prefabricados	II	0.115	7300	403	0.055	Baja	0.220	Medio	0.012	Bajo
13	15	13	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
14	15	14	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
15	15	15	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.220	Medio	0.088	Bajo
16	15	16	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.220	Medio	0.167	LV
17	15	17	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.220	Medio	0.167	LV
18	16	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
19	16	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
20	16	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	1000	600	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
21	16	4	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
22	16	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
23	16	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	3000	1800	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
24	16	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
25	16	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.220	Medio	0.167	LV
26	16	9	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
27	16	10	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.220	Medio	0.167	LV
28	17	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
28	17	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
29	17	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4399	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
30	17	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4399	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
31	17	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
32	17	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Prefabricados	III	0.500	7300	3103	0.425	Media	0.550	Alto	0.234	Medio
33	17	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	5100	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
34	17	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	5100	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
35	17	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
35	17	10	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
36	17	11	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
37	18	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	II	0.115	7300	672	0.092	Baja	0.220	Medio	0.020	Bajo
38	18	2	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.48	Prefabricados	II	0.115	7300	403	0.055	Baja	0.220	Medio	0.012	Bajo
39	18	3	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.220	Medio	0.132	Medio
40	20	1	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Mampostería	III	0.500	20000	2400	0.120	Baja	0.290	Medio	0.035	Bajo
41	20	2	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	5000	900	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
42	20	3	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	7300	201	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
43	20	4	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	40000	1104	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
44	20	5	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	7300	201	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
45	20	6	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	7000	193	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
46	20	7	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
46	20	7A	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Lote vacío	IV	0.750	6000	1080	0.180	LV	0.290	Medio	0.052	LV
47	20	8	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
48	20	9	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
49	20	9A	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
50	20	10	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6000	1080	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
51	20	11	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
52	20	12	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	1260	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
53	20	13	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
54	20	14	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Lote vacío	IV	0.750	6000	1080	0.180	LV	0.290	Medio	0.052	LV
55	20	14A	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	1440	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
56	20	15	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
57	20	16	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	1440	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
58	20	17	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
59	20	18	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.290	Medio	0.052	Bajo
60	20	19	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
61	20	20	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	8000	221	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
62	20	21	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	26000	718	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
63	20	22	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	7300	201	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
64	21	1	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	26000	718	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
64	21	2	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Lote vacío	IV	0.750	6000	1080	0.180	LV	0.290	Medio	0.052	LV
65	21	3	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	26000	718	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
66	21	4	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Sistema estructural	II	0.115	10000	276	0.028	Baja	0.290	Medio	0.008	Bajo
67	21	5	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.64	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	3840	0.480	Media	0.290	Medio	0.139	Medio
68	21	6	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.56	Sistema estructural	III	0.500	50000	14000	0.280	Baja	0.290	Medio	0.081	Bajo
69	21	7	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
70	21	8	Fluj. tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
71	21																	

**TABLA 6.3 C**  
**DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO CORINTO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA		VULNERABILIDAD				AMENAZA		RIESGO			
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al deslizamiento	Solicitación	Características de la solicitación	PAA - % de área afectada	Tipo de Vivienda	I/D: Intensidad de Daño	ID: Índice de daño (D <sup>2</sup> /(mD))	VI: Valor inicial del inmueble (\$*1000)	VD: Valor de daño (\$*1000)	IVF: Índice de Vulnerabilidad Física IVF = VD / VI	Vulnerabilidad Física	Pr: Probabilidad de falla	Am amenaza	IR: Índice de riesgo IR = Pr * IVF	Riesgo
82	22	3	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.64	Recuperación o palafitos	IV	0.750	4000	1920	0.480	Media	0.290	Medio	0.139	Medio
83	22	4	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	7000	4200	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
84	22	5	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
85	22	6	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
86	22	7	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
87	22	8	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
88	22	9	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.290	Medio	0.116	Medio
89	22	10	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
90	22	11	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
91	22	11A	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
92	22	12	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
93	22	12A	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
94	22	13	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
95	22	14	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
96	22	15	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
97	22	16	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
98	22	17	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	1000	400	0.400	Media	0.290	Medio	0.116	Medio
99	22	18	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
100	22	19	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
101	22	20	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
102	22	21	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
103	22	22	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
104	22	23	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
105	22	24	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
106	22	25	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
107	22	26	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
107	22	27	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
108	22	28	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
109	22	29	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
109	22	30	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
110	22	31	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
111	22	32	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
112	22	33	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.290	Medio	0.174	Medio
112	22	34	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
113	22	35	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.290	Medio	0.220	LV
114	23	1	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
114	23	1A	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
114	23	2	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
115	23	3	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	5100	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
116	23	4	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	5100	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
117	23	5	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.85	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4399	0.638	Alta	0.550	Alto	0.351	Alto
118	23	6	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
119	23	7	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
120	23	8	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	3000	1800	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
121	23	9	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
122	24	1	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
123	24	2	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
124	24	3	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Prefabricados	III	0.115	7300	672	0.092	Baja	0.550	Alto	0.051	Bajo
125	24	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
126	24	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
127	24	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
128	24	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	6000	2400	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
129	24	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
130	24	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
131	25	1	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
132	25	2	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
133	25	3	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
134	25	4	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
135	25	5	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Sistema estructural	III	0.500	20000	8000	0.400	Media	0.367	Alto	0.147	Medio
136	25	6	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
137	25	7	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
138	25	8	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
139	25	9	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
140	25	10	Fluj, tierra o Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	5000	3000	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
141	26	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
142	26	1A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
143	26	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.367	Alto	0.147	Medio
144	26	3	Desl. Rot.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6000	3600	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
145	26	4	Desl. Rot.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
146	26	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
147	26	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
148	26	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
149	26	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio

**TABLA 6.3 C**  
**DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y DE RIESGO - BARRIO CORINTO**

DATOS GENERALES			EXPOSICIÓN				RESISTENCIA			VULNERABILIDAD				AMENAZA		RIESGO		
Ficha	Manzana	Lote	Tipo de evento	Ubicación de la vivienda respecto al deslizamiento	Solicitación	Características de la solicitación	FAA: % de área afectada	Tipo de Vivienda	m/D: Intensidad de Daño	ID: Índice de daño (ID=m/D)	VI: Valor inicial del inmueble (\$*1000)	VD: Valor de daño (\$*1000)	IVF: Índice de Vulnerabilidad Física IVF= VD / VI	Vulnerabilidad Física	Pr: Probabilidad de falla	Amenaza	IR: Índice de riesgo IR= Pr * IVF	Riesgo
152	27	1	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Prefabricados	II	0.115	7300	201	0.028	Baja	0.550	Alto	0.015	Bajo
153	27	2	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.550	Alto	0.099	Bajo
154	27	3	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.550	Alto	0.099	Bajo
155	27	4	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.550	Alto	0.099	Bajo
156	27	5	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.24	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	1242	0.180	Baja	0.550	Alto	0.099	Bajo
156	27	6	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Baja	0.24	Lote vacío	III	0.500	6000	720	0.120	LV	0.550	Alto	0.066	LV
157	27	7	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Baja	0.32	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	1920	0.240	Baja	0.550	Alto	0.132	Medio
158	27	8	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Baja	0.40	Lote vacío	III	0.500	6000	1200	0.200	LV	0.550	Alto	0.110	LV
159	27	9	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Baja	0.64	Lote vacío	III	0.500	6000	1920	0.320	LV	0.550	Alto	0.176	LV
160	27	10	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Baja	0.72	Lote vacío	III	0.500	6000	2160	0.360	LV	0.550	Alto	0.198	LV
161	27	11	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
162	27	12	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
163	27	13	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
164	27	13A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
165	27	14	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	5000	2000	0.400	Media	0.367	Alto	0.147	Medio
166	27	15	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
167	27	17	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
173	27	17A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
168	27	18	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
173	27	18A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
169	27	20	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
173	27	20A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
170	27	21	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
171	27	22	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6000	3600	0.600	Media	0.367	Alto	0.220	Medio
171	27	23	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
173	27	22A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
173	27	23A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
172	27	24	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	16000	6400	0.400	Media	0.367	Alto	0.147	Medio
173	27	25	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.367	Alto	0.279	LV
174	28	1	Desl. Trasl.	ZII	Presiones laterales	Media	0.80	Lote vacío	IV	0.750	6000	3600	0.600	LV	0.550	Alto	0.330	LV
175	28	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
176	28	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Mampostería	III	0.500	10000	4000	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
177	28	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	8000	4800	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
178	28	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
179	28	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
180	28	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
181	28	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
182	28	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
183	28	10	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
184	28	11	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
184	28	12	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
185	28	13	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	2000	800	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
186	28	14	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
187	28	15	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
188	28	16	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
188	28	17	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
189	28	18	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
190	28	19	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	20	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	21	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	22	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	22A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	23	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	24	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	24A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	25	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
190	28	26	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.550	Alto	0.418	LV
191	28	27	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	5000	3000	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
192	28	28	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
193	28	29	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
194	28	30	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
195	28	31	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7300	2920	0.400	Media	0.550	Alto	0.220	Medio
196	28	32	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
197	28	33	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
198	29	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.550	Alto	0.330	Alto
199	30	1	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.580	Alto	0.551	LV
199	30	2	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.580	Alto	0.551	LV
200	30	3	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	5175	0.750	Alta	0.580	Alto	0.435	Alto
201	30	3A	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	5175	0.750	Alta	0.580	Alto	0.435	Alto
202	30	4	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	5175	0.750	Alta	0.360	Alto	0.270	Alto
203	30	5	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	1.00	Lote vacío	V	0.950	6000	5700	0.950	LV	0.360	Alto	0.342	LV
204	30	6	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.580	Alto	0.348	Alto
205	30	7	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Lote vacío	V	0.950	6000	4560	0.760	LV	0.360	Alto	0.274	LV
206	30	8	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Recuperación o palafitos	IV	0.750	6900	4140	0.600	Media	0.360	Alto	0.216	Medio
207	30	9	Desl. Trasl.	ZID	Rapidez del fenómeno	Lento	0.80	Prefabricados	III	0.500	7							



**TABLA 6.4 A**  
**MATRIZ PARA LA DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DAÑO**

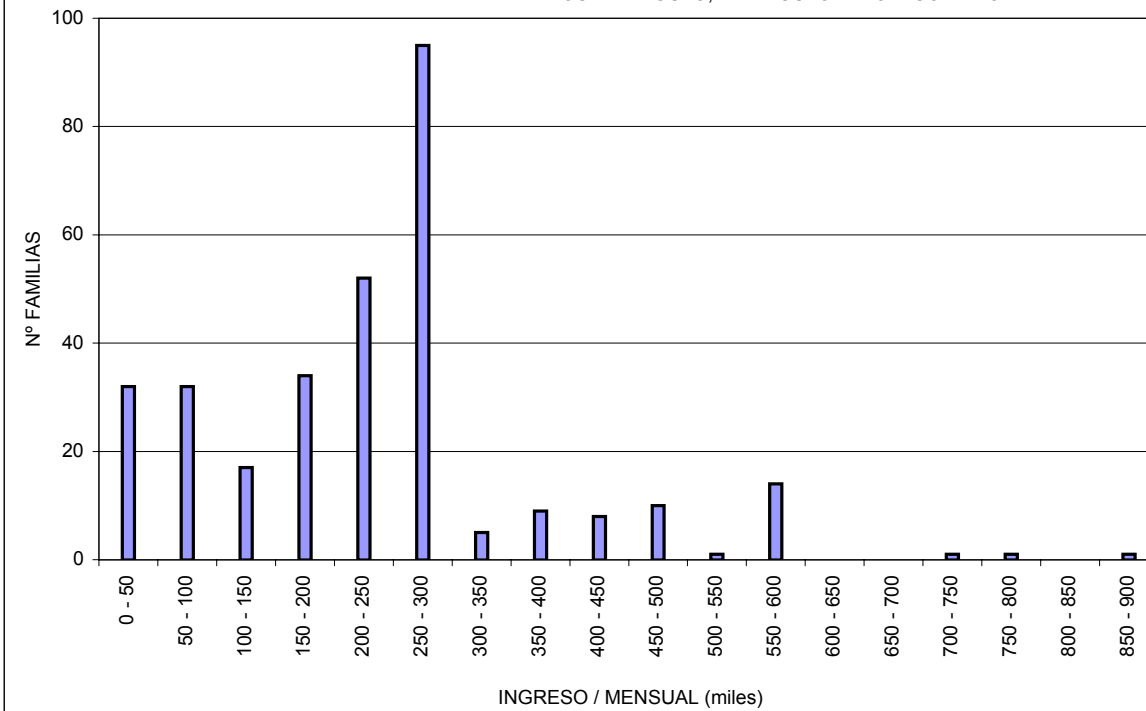
EVENTO	ZONA DE INFLUENCIA	SOLICITACIÓN	TIPO DE VIVIENDA					
			Recuperación	Muros	Prefabricada	Pórticos	Lote vacío	
Deslizamientos traslacionales	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento	IV	III	III	III	V
			Rápido	V	V	IV	IV	V
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)	Presiones laterales	Baja	IV	II	I	I	III
			Media	IV	III	II	II	IV
			Alta	V	III	IV	III	IV
Deslizamientos rotacionales	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento	III	II	II	III	V
			Rápido	IV	IV	III	IV	V
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)	Presiones laterales	Baja	III	II	I	I	III
			Media	IV	III	II	II	IV
			Alta	V	III	IV	III	IV
Flujos de tierra	Zona de Influencia Directa (ZID)	Rapidez del fenómeno	Lento	IV	III	III	III	V
			Rápido	V	V	IV	IV	V
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)	Presiones laterales	Baja	IV	II	I	I	III
			Media	IV	III	II	II	IV
			Alta	V	III	IV	III	IV
Caída de bloques	Zona de Influencia Directa (ZID)	Desplazamientos verticales	Bajo	IV	III	IV	IV	IV
			Alto	V	V	V	V	V
	Zona de Influencia Indirecta (ZII)	Impactos	Bajo	III	II	II	II	IV
			Medio	IV	III	III	II	IV
			Alto	V	V	IV	III	V

**TABLA 6.4 B**  
**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE DAÑO**

INTENSIDAD DE DAÑO ( <i>InD</i> )		ÍNDICE DE DAÑO ( <i>ID</i> )	DESCRIPCIÓN
I	Muy baja	0.055	Daños ligeros no estructurales. Estabilidad no afectada
II	Baja	0.115	Fisuración de muros. Reparaciones no urgentes
III	Media	0.500	Deformaciones importantes, fisuras en elementos estructurales.
IV	Alta	0.750	Fracturación de la estructura, evacuación inmediata.
V	Muy alta	0.950	Derrumbe parcial o total de la estructura.

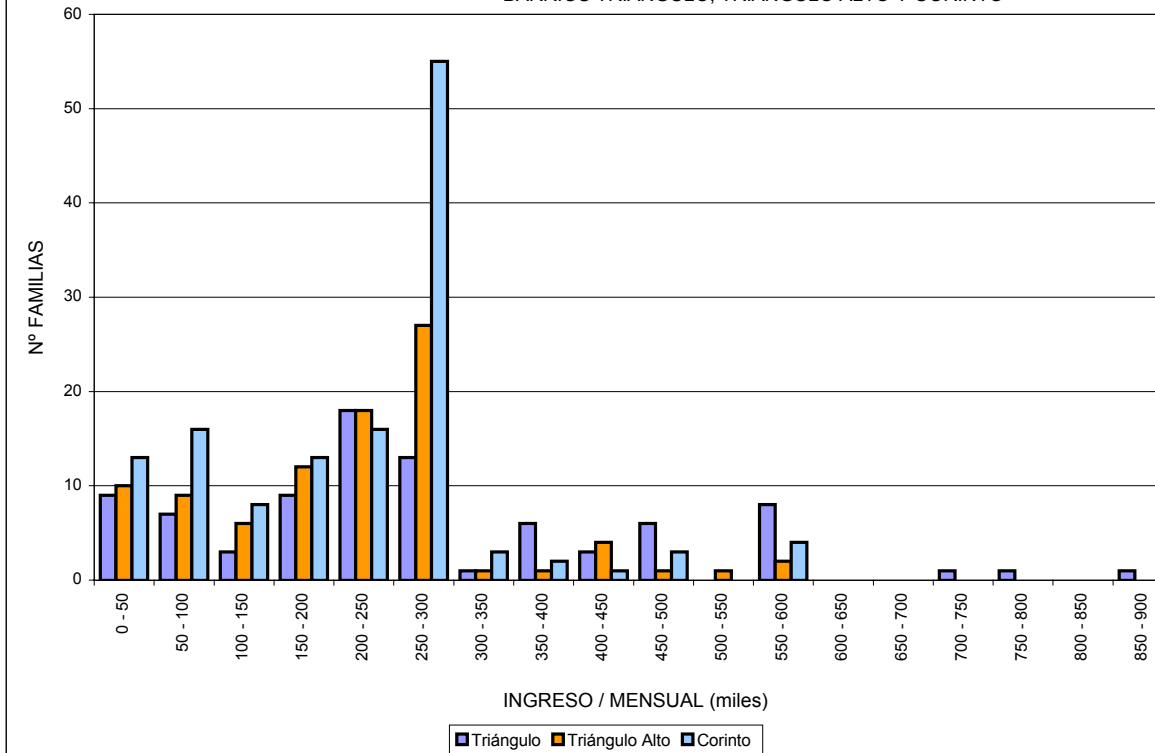
## FIGURAS

FIGURA 6.1 A  
 INGRESO MENSUAL POR FAMILIA  
 ANÁLISIS GENERALIZADO  
 BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO



Parámetro Estadístico	Valor
Promedio	251.0
Mediana	250
Moda	300
Desv. estándar	146.0
Máximo	900
Mínimo	20
No. de datos	312

FIGURA 6.1 B  
 INGRESO MENSUAL POR FAMILIA  
 ANÁLISIS DISCRETO  
 BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO

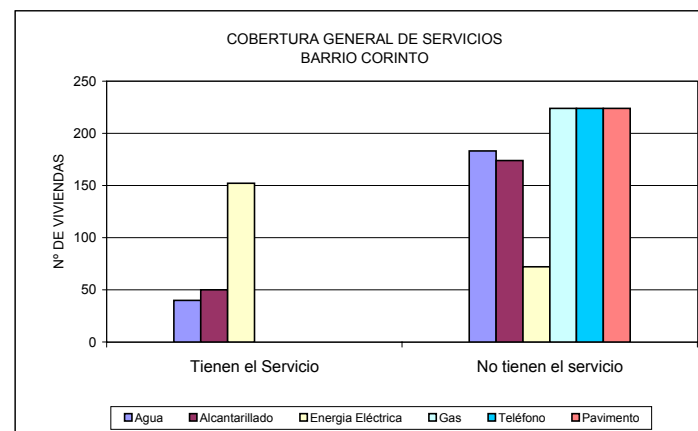
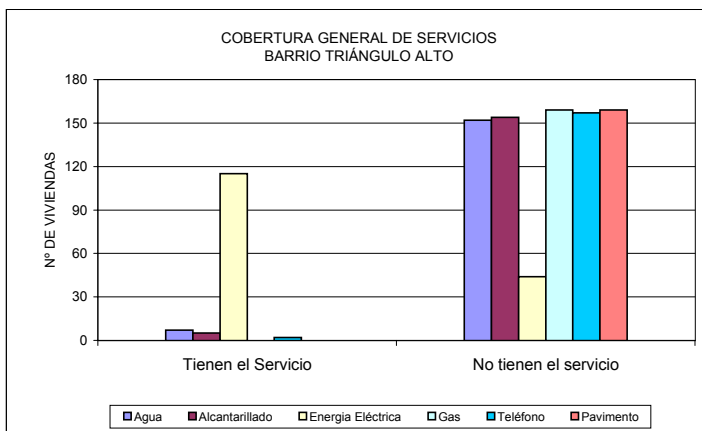
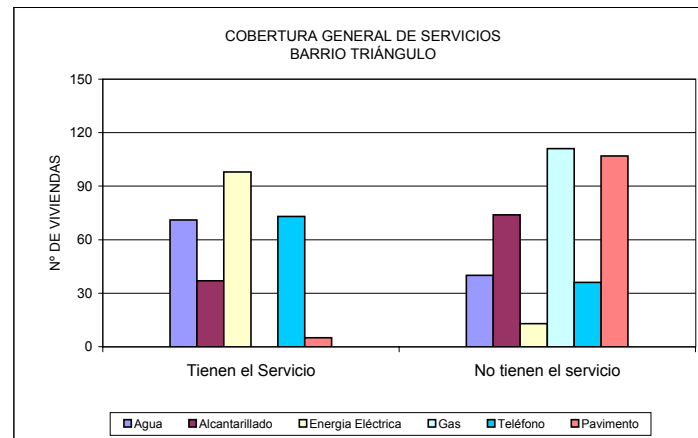
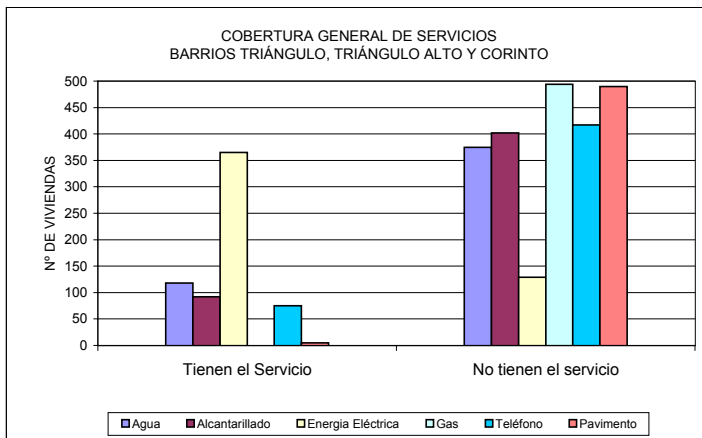


Barrio Triángulo	
Parámetro Estadístico	Valor
Promedio	298.6
Mediana	250
Moda	250
Desv. estándar	190.0
Máximo	900
Mínimo	20
No. de datos	86

Barrio Triángulo Alto	
Parámetro Estadístico	Valor
Promedio	230.8
Mediana	240
Moda	300
Desv. estándar	121.7
Máximo	600
Mínimo	20
No. de datos	92

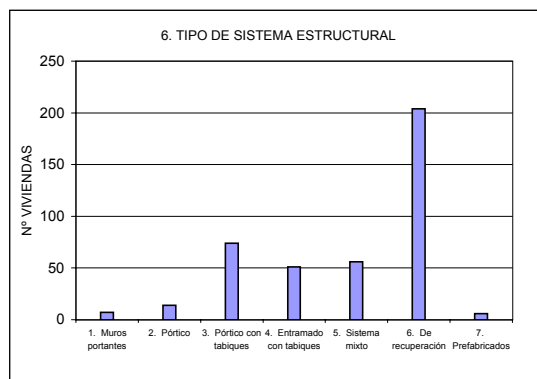
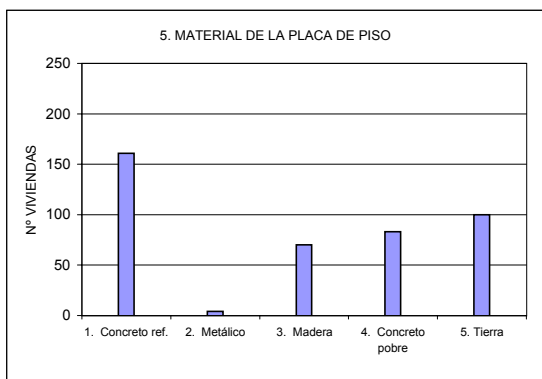
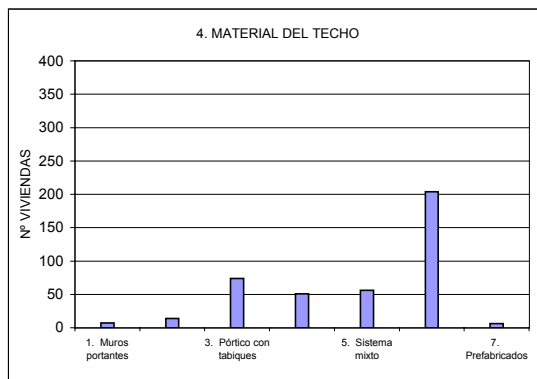
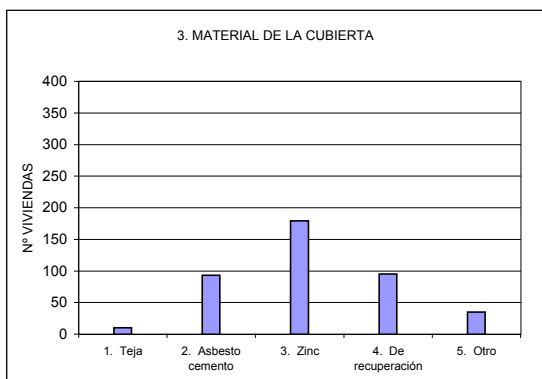
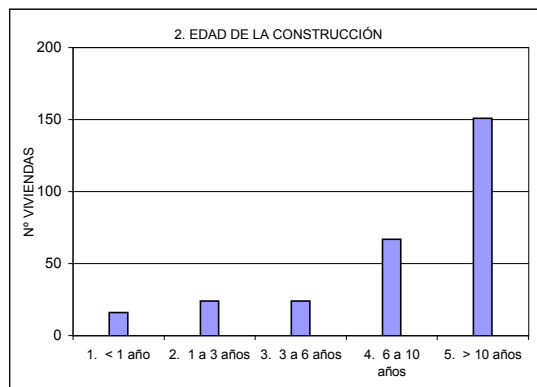
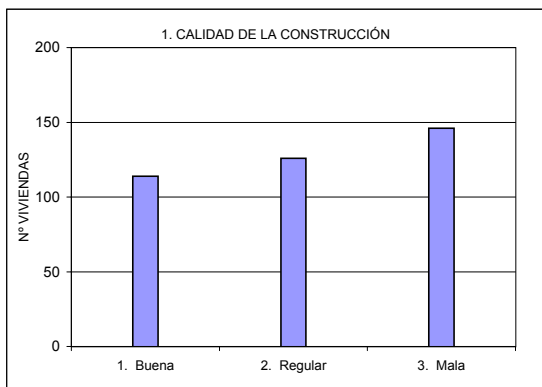
Barrio Corinto	
Parámetro Estadístico	Valor
Promedio	234.4
Mediana	260
Moda	300
Desv. estándar	121.0
Máximo	600
Mínimo	20
No. de datos	134

**FIGURA 6.2**  
**COBERTURA DE SERVICIOS**  
**BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO**



**FIGURA 6.3 A**

**CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS  
ANÁLISIS GENERALIZADO  
BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO**



**FIGURA 6.3 B**

**CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS  
ANÁLISIS DISCRETO**  
BARRIOS TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO

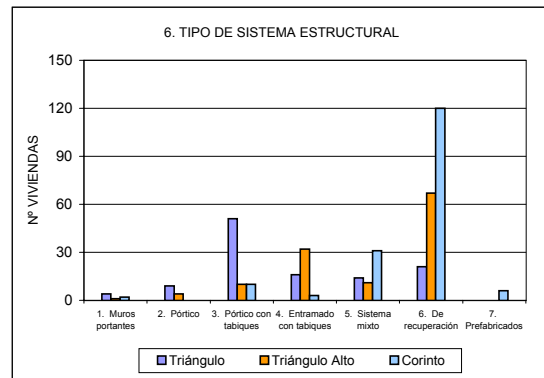
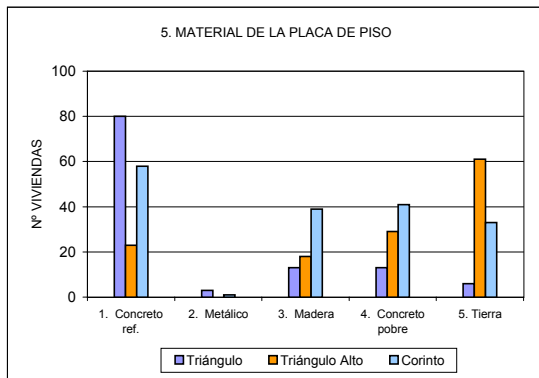
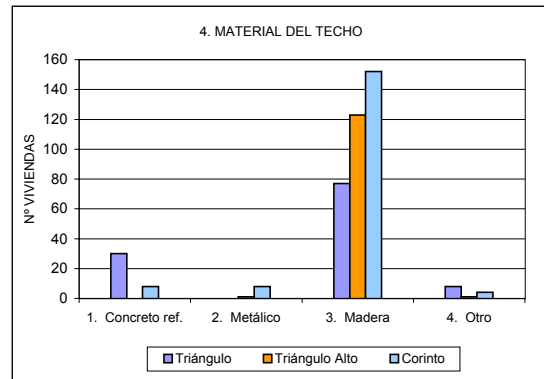
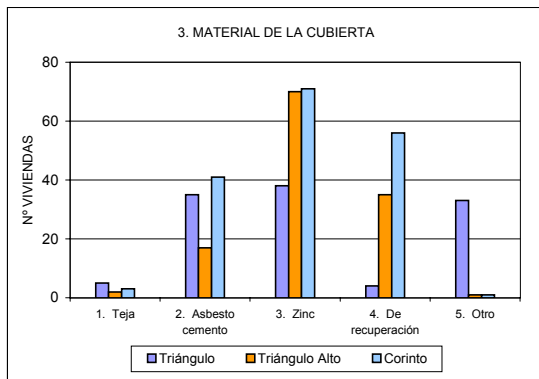
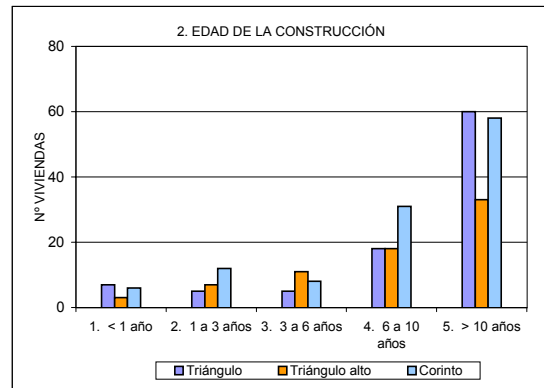
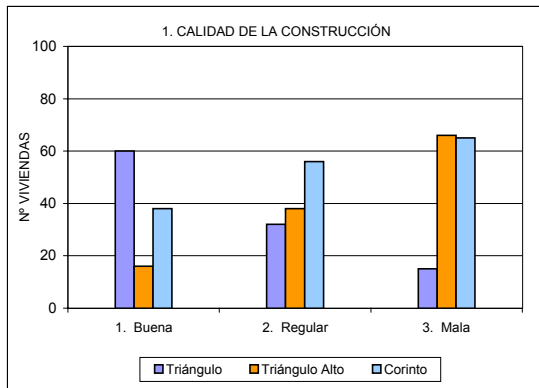


FIGURA 6.4  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA  
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD FÍSICA  
TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO

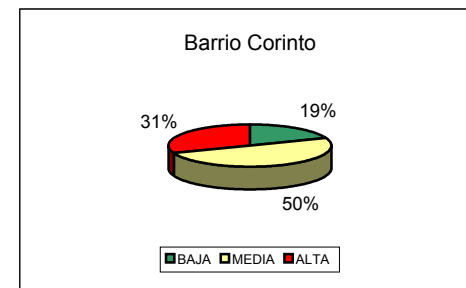
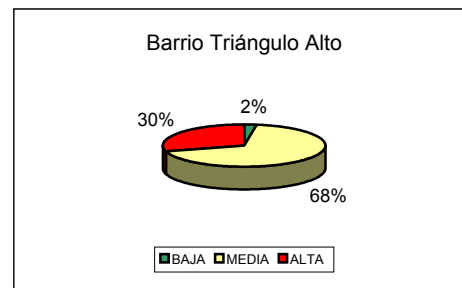
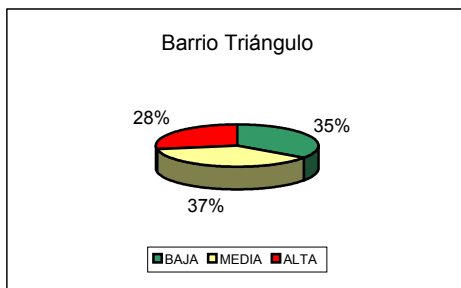
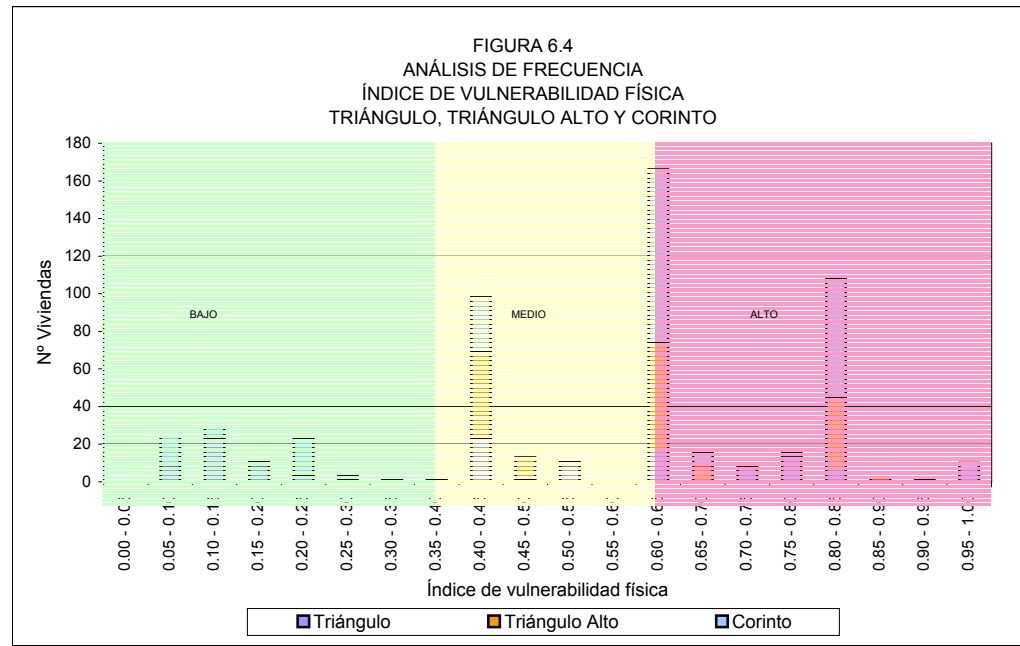
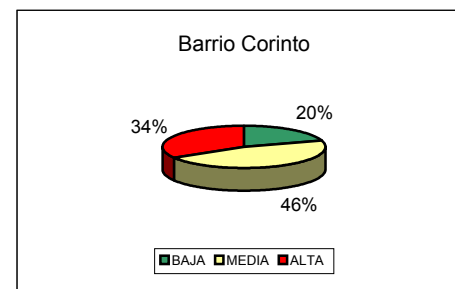
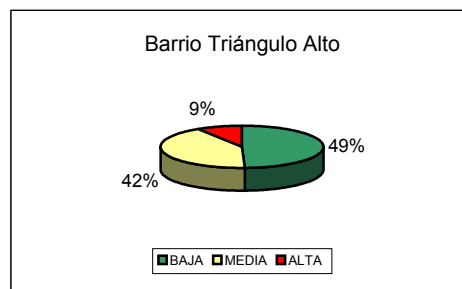
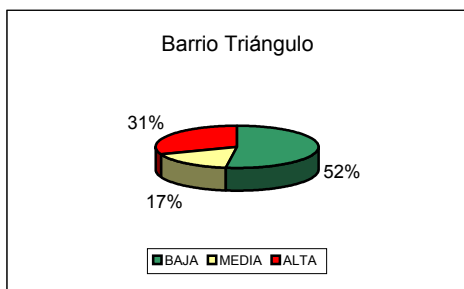
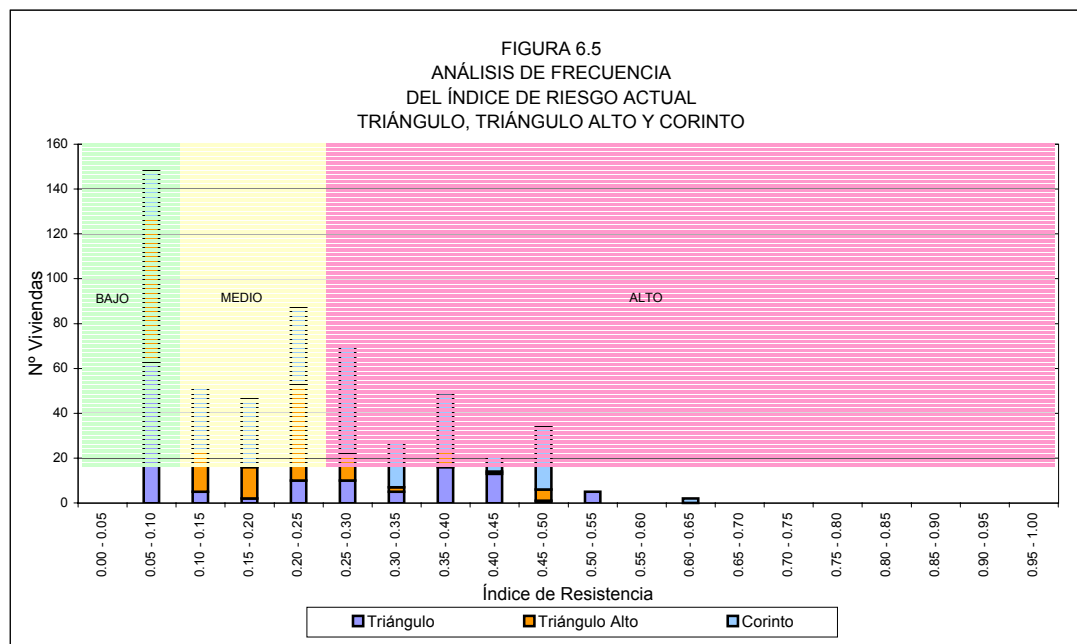




FIGURA 6.5  
ANÁLISIS DE FRECUENCIA  
DEL ÍNDICE DE RIESGO ACTUAL  
TRIÁNGULO, TRIÁNGULO ALTO Y CORINTO



## **7. PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTIVAS DEL RIESGO ACTUAL**

Tal vez el mayor beneficio del análisis de riesgo actual radica en la formulación de un plan de acción que permita atenuar las consecuencias de los procesos de inestabilidad en los frentes de mayor peligro. Las obras, en consecuencia, pretenden estabilizar los movimientos o controlar los niveles de vulnerabilidad, bien disminuyendo las áreas de exposición o bien reforzando las unidades físicas.

A la luz del objeto de este proyecto, surge entonces, la necesidad de estudiar en adelante el papel de un abanico de medidas correctivas, que fueron emergiendo de los temas tratados en los capítulos anteriores. Los criterios de decisión consistirán en un análisis comparativo, en términos cualitativos, del riesgo para la condición actual y del riesgo para los escenarios con la implementación de cada una de las obras.

La definición de riesgo, sin embargo, implica determinar explícitamente la eficiencia y eficacia de las alternativas en la reducción de la condición de amenaza y vulnerabilidad. Actividad que no se desarrollará en su totalidad en el marco de este estudio. Por lo tanto, las soluciones a proponer tendrán un alto contenido de subjetividad y su función principal será reducir, al menor costo, la condición de riesgo actual, controlando o disminuyendo la probabilidad de falla.

En este orden de ideas sólo se recurrirá a alternativas de reducción de la vulnerabilidad tales como la reubicación (disminución de la exposición) en última instancia. La intervención de las viviendas con el fin de aumentar su resistencia, no es viable pues éstos son bienes de carácter privado.

Por otra parte, se sugerirá la implementación de una serie de obras de dotación urbana que contribuirá innegablemente al mejoramiento de la calidad de vida y en consecuencia, a la reducción de la vulnerabilidad social, cuya participación en la mitigación del riesgo es difícilmente cuantificable, pero no por ello poco importante. Obras que son competencia de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, de la comunidad, y otras entidades distritales.

### **7.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS Y SISTEMAS DE DECISIÓN BAJO INCERTIDUMBRE**

A partir de los resultados del mapa de riesgo, se consideró prioritario atender tres grandes sectores, coincidentalmente ubicados en cada uno de los barrios. El primero abarca el costado noroccidental del barrio Corinto donde alrededor de tres manzanas (manzanas 17, 23 y 24) de casas prefabricadas o de recuperación se hallan amenazadas por deslizamientos parcialmente superficiales, inactivos y estabilizados, cuya reactivación podría tener lugar en periodos lluviosos. Éste en adelante se denominará Sector I.

El segundo, localizado hacia el extremo norte de Triángulo Alto (manzanas 2, 3 y 4) atravesando parte del barrio Manantial, al occidente de la vía circunvalar, es un flujo de tierras fuertemente favorecido por los vertimientos de aguas servidas que pone en entredicho la estabilidad de las viviendas (Sector II).

El tercero y último corresponde a la zona de acceso directo del barrio El Triángulo, donde se presenta una importante densidad de eventos con repercusión sobre siete manzanas, identificadas con los números 2 a 9 (Sector III).

A partir del marco teórico expuesto y con base en los resultados de las etapas precedentes fueron definidas como medidas de control en los tres sectores, indistintamente de las zonas homogéneas: perfilado, drenaje y subdrenaje, estructuras de contención y reubicación.

## 7.2 EVALUACIÓN DE AMENAZA FUTURA

Las condiciones de amenaza actual, oscilantes entre media y alta, dimensionadas por la diversidad de los procesos, son el reflejo del poder destructivo del hombre, coadyuvado por las particulares condiciones estratigráficas del sector, con dominio de materiales arcillosos altamente susceptibles a fenómenos de inestabilidad y erosión. El irregular manejo urbanístico, expresado en la ausencia de sistemas controlados de transporte de agua, y en métodos constructivos deficientes de las cimentaciones que incluyen cortes y rellenos de muy bajas especificaciones, y el uso de áreas de tangible restricción (dada su condición de peligro) son algunas de las componentes de la acción del hombre que repercuten ampliamente en la inestabilidad del área.

El especial matiz de la amenaza actual y el particular panorama de los elementos en riesgo, de baja resistencia, dispuestos sobre las áreas de influencia directa o indirecta de los procesos de inestabilidad hacen del tratamiento de los sectores un marco de compleja solución. Por una parte las obras tendientes a la reducción del grado de amenaza deben ser de fácil maniobrabilidad y construcción, sin requerir espacios amplios para su ejecución y por otro lado, confrontar la exposición lo que direcciona irreparablemente a la reubicación.

La valoración de las medidas de mitigación contempló así, determinar su capacidad reductora de probabilidad de falla de las laderas. El desarrollo de este tema involucró asumir válidas las variables aleatorias  $c$  y  $\phi$ , la aceleración sísmica ( $a$ ) y los modos de falla estudiados en el capítulo 6. Por lo tanto la estimación de la probabilidad de falla se redujo a la determinación del factor de seguridad de cada sección de análisis con la incorporación de la medida correctiva para los parámetros de resistencia y las variables ambientales (lluvia y sismo) promedio; y a partir de éste pero con base en las curvas de probabilidad general, Figuras 5.29 y 5.30, según el mecanismo de falla, obtener la probabilidad de ocurrencia (o nivel de amenaza).

- El sector I, se caracterizó con la ayuda de dos secciones: Para la sección B-B, ladera 1 (Ver Tabla 5.1), la implementación de un muro de gaviones incrementa el factor de seguridad de 0.99 a 1.68 lo que resulta en una probabilidad de falla bajísima (de 0.05). El análisis de estabilidad con las nuevas condiciones, generalizado y en detalle, se muestra en las Figuras 7.1 y 7.2 respectivamente. De esta manera, se propone la construcción de un muro de tres niveles y de 80m de longitud ubicado al respaldo de la manzana 4.

En lo que atañe a la sección C-C', se analizaron las dos laderas, C-C1 y C-C2 bajo la puesta en marcha de un sistema conjunto de drenaje y subdrenaje. La probabilidad de falla resultante oscila entre 0.28 y 0.08 en función de la efectividad de la medida, el primer valor para un abatimiento del nivel freático al tercio del nivel máximo y el segundo si la medida es totalmente eficiente, es decir, si éste logra una condición seca (Figuras 7.3 y 7.4).

- El sector II, interpretado por la sección J-J', ladera J-J2, muestra la importante influencia del agua en la inestabilidad, por ello la solución planteada se enfoca a la evacuación de la misma mediante un sistema de drenaje y subdrenaje. La efectividad de la misma reflejada en el abatimiento del nivel freático provocaría incremento de los factores de seguridad y por ende, la reducción de la probabilidad de falla entre 0.18 y 0.06 (para nivel de agua a 1/3 de la altura y seco, respectivamente). Ver **Figuras 7.5 y 7.6**.
- Para el sector III, se hizo uso de la sección Q-Q', ladera Q-Q2, en la que se identificó la participación del agua en la estabilidad, por lo cual la medida analizada es similar a la del sector precedente: sistema de subdrenaje. En este caso las probabilidades de falla asociadas a niveles freáticos a 1/3 y nulo son de 0.15 y 0.11. El valor real, dependerá entonces, de la efectividad del sistema. **Figuras 7.7 y 7.8**.

La **Tabla 7.1** condensa los resultados del análisis de amenaza futura por sectores de estudio donde se incluyen los parámetros promedio, la solución propuesta y el mecanismo de falla para cada ladera.

### 7.3 VULNERABILIDAD FUTURA

Si bien los escenarios antes y después de la ejecución de obras son diferentes, es decir, las zonas de exposición se modifican y dan lugar a un cambio en el índice de vulnerabilidad física, este cambio no se considerará significativo. Por lo tanto, por simplicidad durante la toma de decisiones, se asumirá vigente el índice de vulnerabilidad física actual. En este orden de ideas, el lector deberá interpretar que el modelo espacial de comportamiento de los elementos expuestos, ante potenciales fenómenos de remoción en masa, no cambia.

### 7.4 MODELO DE DECISIÓN DE RIESGO

La implementación de un modelo de decisión probabilístico, permite al diseñador seleccionar entre múltiples alternativas de solución, sin caer en un marco subjetivo donde predominaría el juicio del experto. Dichos modelos están basados en un análisis comparativo entre los niveles de riesgo alcanzados por las medidas de mitigación (lo que se traduce en la comparación entre los costos esperados en pesos para ellas).

Uno de los procedimientos de análisis de decisión más claros y simples es el conocido como “Árbol de decisión hipotético”. Con el fin de adelantar este tipo de análisis se adoptó como definición de riesgo la propuesta por Wu et al (1996), la cual estipula:

$$R = Pf * Cf$$

Donde:

- R: Riesgo asumido  
Pf: Amenaza a probabilidad de falla de un talud y,  
Cf: Consecuencia o costo de falla

Para el caso en estudio, la evaluación de probabilidad de falla, para cada tipo de fenómeno y sollicitación, se encuentra compilado en el numeral 7.1.2. Por su parte, el costo de falla, en pesos, se consideró como:

$$Cf = I.V.F. * Co + I.V.F.A * Ci$$

Donde:

I.V.F.:	Índice de vulnerabilidad física de la unidad expuesta
Co:	Valor inicial del elemento expuesto (en pesos)
I.V.F.A:	Índice de vulnerabilidad física de la alternativa
Ci:	Valor de inversión de la obra (en pesos)

El índice de vulnerabilidad para cualquier circunstancia y dado el papel a desempeñar de las estructuras, será equivalente a 0.25. No se desprecia que la anterior condición puede resultar muy conservativa.

Las **Figuras 7.9 a 7.12** ilustran el riesgo asumido para las diferentes alternativas en los sectores analizados, en los que se consideró que el costo esperado en el caso de “No hacer nada” era equivalente al valor de daño de las viviendas en las manzanas afectadas más su valor de reubicación asumida como el promedio de las viviendas por el número de viviendas; para la “reubicación” se adoptó el valor promedio de viviendas por el número de viviendas. Puesto que los niveles de riesgo aceptado más bajos corresponden a las obras civiles, ése será el plan de medidas seleccionado en los sectores I y III. En el Sector II, la mejor alternativa consiste en reubicar las viviendas, sin embargo, se contempló dentro del plan de acción recomendado (incluidos descripción y presupuesto) la implementación del sistema de drenaje y subdrenaje.

## 7.5 PLAN DE ACCIÓN RECOMENDADO

La atención de los barrios, bajo un marco global, destinada a la reducción de los escenarios de riesgo, posee tres grandes componentes: el manejo del agua de escorrentía y la subsuperficial, las estructuras de contención y la reubicación, integradas a cada sector de la siguiente manera (**Plano 15**).

- Sector I:
  - Muros de gravedad en gaviones: Actúan como elementos de contención de las masas inestables y disminuyen las distancias de viaje de las mismas en caso de eventual falla. El primero se localiza al respaldo de la manzana 4 y consta de tres niveles en una longitud de 80m., cimentado sobre la arcillolita. El segundo, en la pata del deslizamiento identificado como DR1-AA, de 4 niveles para 23 m. Las secciones típicas se encuentran en la **Figura 7.15**.
  - Drenaje y Sub-drenaje: Conformado por una red de cuneta-drenes en trinchera y descoles que interceptan el agua desde la divisoria y que vierten en la Quebrada Triángulo. El eje principal de desagüe se localiza entre las manzanas 6 y 7 y 5 y 8. Las secciones típicas se encuentran en las **Figuras 7.13 y 7.14**.
  - Reubicación de Viviendas: En caso de hacerse remoción de las masas inestables, se alcanzaría el manto rocoso que de acuerdo con el análisis cinemático es estable, sería necesario relocalizar las familias de las viviendas 7 y 8, manzana 2.

- Sector II:
  - Drenaje y subdrenaje: Consta de tres pares de cuneta-drenes posicionados transversalmente en el deslizamiento que vierten en descoles perimetrales y éstos a su vez en una cuneta trapezoidal que recorre el costado norte del flujo FT2-AA hasta alcanzar la Quebrada Triángulo. Para salvar el cruce de la vía debe construirse una alcantarilla. Los detalles se presentan en las **Figuras 7.13 y 7.14**.
- Sector III:
  - Drenaje y subdrenaje: Formado por un juego de subdrenes en forma de espina de pescado (localizados en las manzanas 17, 23 y 24) que se conectan con la Quebrada Triángulo mediante una cuneta trapezoidal que atraviesa la vía con una alcantarilla. Detalles en las **Figuras 7.13 y 7.14**.

La **Tabla 7.2** presenta, los precios unitarios, las cantidades de obra y el presupuesto de las obras, discriminados por sector.

## 7.6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y MANEJO GENERAL

La principal medida preventiva consiste en la restricción del uso del suelo que se debe adelantar en las áreas no urbanizadas. La única posibilidad de destino reposa en la recreación pasiva, para ello es perentorio potenciar una importante inversión en obras paisajísticas y de urbanismo, que puedan involucrarse con la puesta de marcha de diversos proyectos donde los actores van desde entidades distritales y locales, hasta el encuentro con la comunidad misma.

El plan de medidas tiene como únicos objetivos permitir la consolidación ordenada de los barrios y mejorar la calidad de vida de los habitantes. Los proyectos que lo integran son:

- *Obras de Urbanismo:* Encierran la estructuración, mejoramiento y mantenimiento de las redes vial y peatonal, la construcción de sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario.
- *Educación Social:* Pretende primero concientizar a la comunidad sobre el significado de los fenómenos de remoción en masa y sus implicaciones, demarcar el nivel de riesgo actual de la población, y proponer talleres que ilustren cómo atender un desastre. Estas campañas educativas deberán conducir a los habitantes a organizarse para conformar sistemas de alarma y alerta y establecer planes de contingencia en caso de una emergencia.
- *Recuperación y Preservación:* Involucra la participación multi-institucional y de la colectividad con el fin de mantener las obras de control y mitigación a ejecutar y recuperar ambientalmente la zona a partir de la implementación de campañas de arborización y embellecimiento.

Algunos de los proyectos, como es el caso de la construcción de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario y la rectificación y pavimentación vial, si bien tienen, o pueden tener, responsable directo (EAAB e IDU respectivamente) y posible asignación presupuestal se desconoce el momento de la puesta en marcha. Además el costo de los programas sociales de responsabilidad de la Alcaldía Mayor, se ignora y su cuantificación está fuera del alcance del presente estudio.

## **TABLAS**

**TABLA 7.1**  
**RESULTADOS DE PROBABILIDAD DE FALLA CON LAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN**

SECTOR	LADERA	MECANISMO DE FALLA	PARAMETROS DE RESISTENCIA		SOLUCION PROPUESTA	SIN OBRAS		CON OBRAS	
			C' (Ton/m2)	$\Phi'$ (°)		F.S	Pf	F.S	Pf
1	BB1	Planar	0.5	24	Gaviones	0.99	0.79	1.68	0.03
	CC2	Planar	0.7	12.5	Abatimiento del N.F. a 1/3 del máximo	0.98	0.4	1.14	0.26
Abatimiento Completo del N.F.					1.23			0.15	
2	JJ2	Planar	0.2	15	Abatimiento del N.F. a 1/3 del máximo	0.94	0.45	1.21	0.18
					Abatimiento Completo del N.F.			1.43	0.06
3	QQ2	Planar	0.1	12.5	Abatimiento del N.F. a 1/3 del máximo	1.15	0.28	1.24	0.15
					Abatimiento Completo del N.F.			1.33	0.11



**TABLA 7.2  
CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO APROXIMADO**

**BARRIO TRIANGULO (SECTOR I)**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR PARCIAL (\$)
Cuneta-dren trapezoidal (h=2,0m)	ml	181	98,183.00	17,771,123.00
Descole	ml	107	134,000.00	14,338,000.00
Caja en concreto (1mx1m h=1,5m)	Un	6	115,300.00	691,800.00
Cuneta trapezoidal (b=0,3m h=0,4m)	ml	135	36,223.00	4,890,105.00
Alcantarilla (de doble caja L=8,0m)	Un	1	2,438,000.00	2,438,000.00
Gaviones	m <sup>3</sup>	710	72,000.00	51,120,000.00
<b>SUBTOTAL (\$)</b>				<b>91,249,028.00</b>
<b>UTILIDAD 10 %</b>				<b>9,124,902.80</b>
<b>VALOR TOTAL (\$)</b>				<b>100,373,930.80</b>

**BARRIO TRIANGULO ALTO (SECTOR II)**

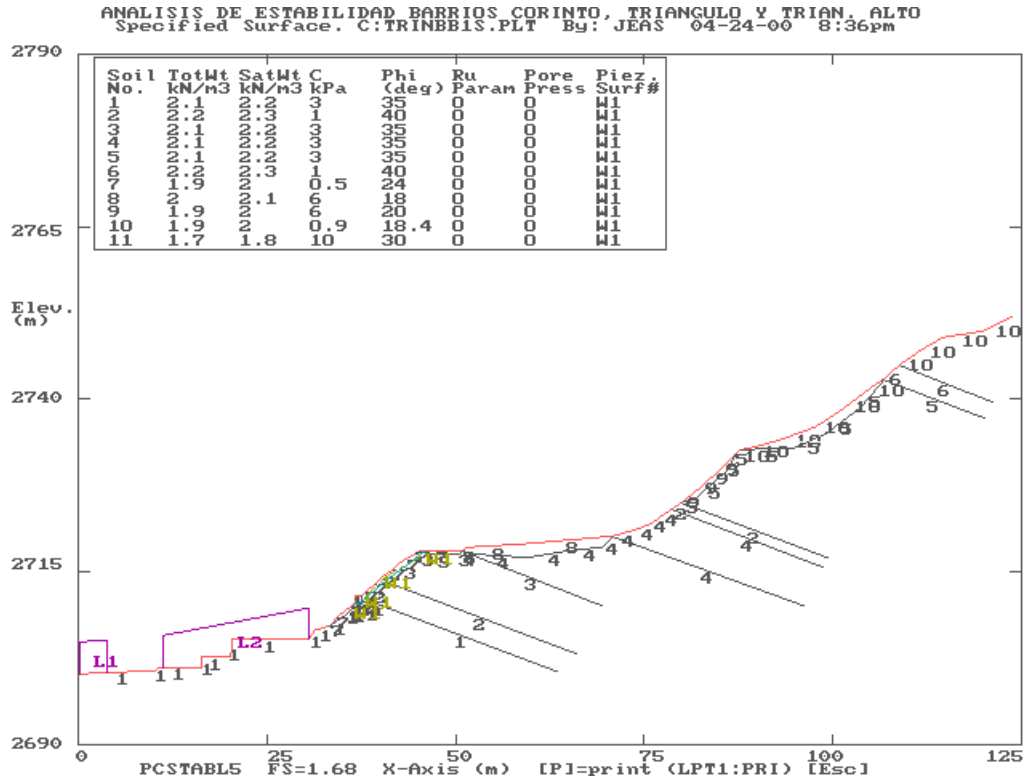
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR PARCIAL (\$)
Cuneta-dren trapezoidal (h=2,0m)	ml	108	98,183.00	10,603,764.00
Descole	ml	175	134,000.00	23,450,000.00
Caja en concreto (1mx1m h=1,5m)	Un	6	115,300.00	691,800.00
Cuneta trapezoidal (b=0,3m h=0,4m)	ml	85	36,223.00	3,078,955.00
Alcantarilla (de doble caja L=8,0m)	Un	1	2,438,000.00	2,438,000.00
<b>SUBTOTAL (\$)</b>				<b>40,262,519.00</b>
<b>UTILIDAD 10 %</b>				<b>4,026,251.90</b>
<b>VALOR TOTAL (\$)</b>				<b>44,288,770.90</b>

**BARRIO CORINTO (SECTOR III)**

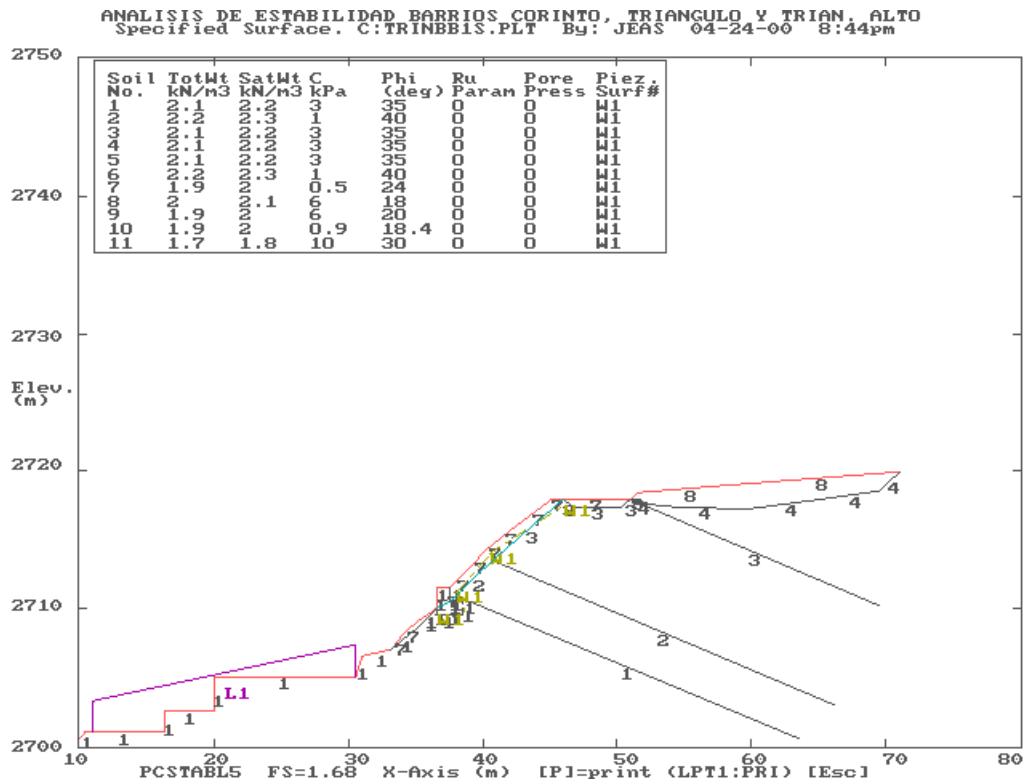
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR PARCIAL (\$)
Subdren (b=0,6m h=1,7m)	ml	148	62,818.00	9,297,064.00
Caja en concreto (1mx1m h=1,5m)	Un	1	115,300.00	115,300.00
Cuneta trapezoidal (b=0,3m h=0,4m)	ml	185	36,223.00	6,701,255.00
Alcantarilla (de doble caja L=8,0m)	Un	1	2,438,000.00	2,438,000.00
<b>SUBTOTAL (\$)</b>				<b>18,551,619.00</b>
<b>UTILIDAD 10 %</b>				<b>1,855,161.90</b>
<b>VALOR TOTAL (\$)</b>				<b>20,406,780.90</b>

## FIGURAS

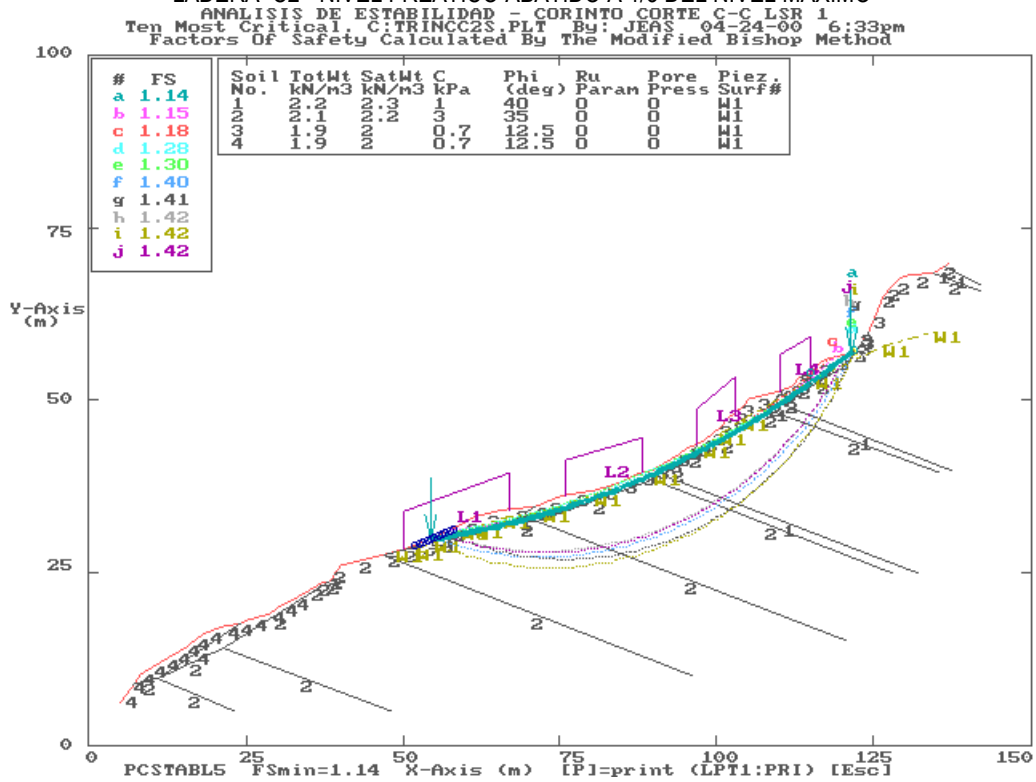
**FIGURA 7.1**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO**  
**LADERA B1' CONTENCIÓN MEDIANTE MURO EN GAVIONES**



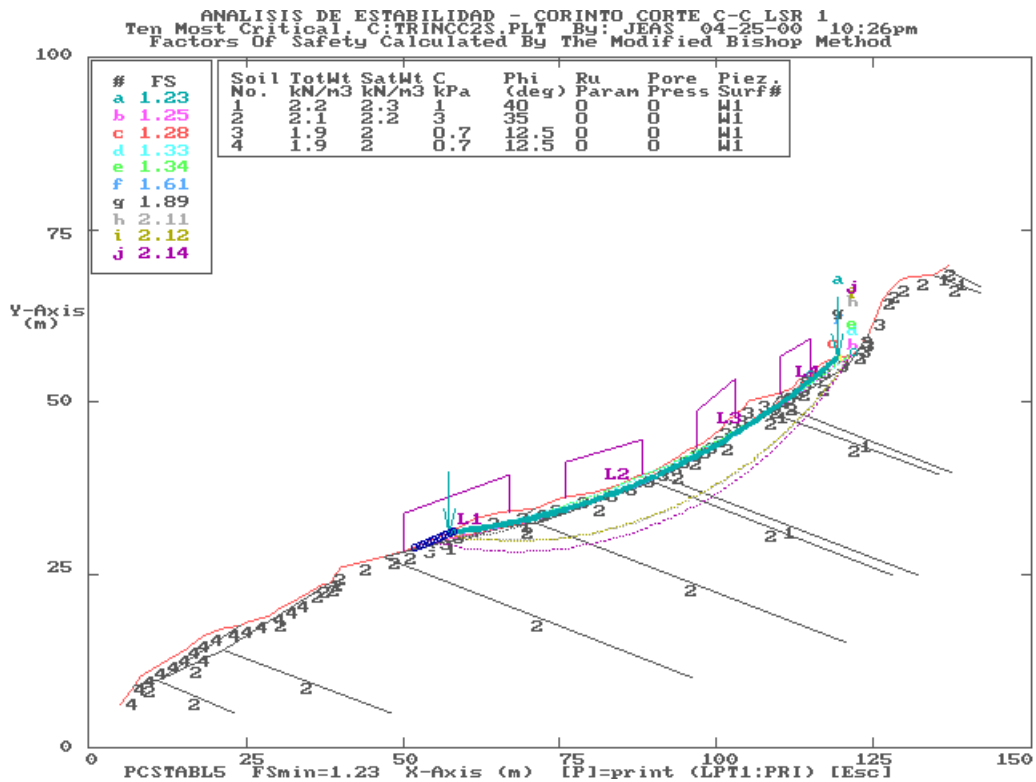
**FIGURA 7.2**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO**  
**LADERA B1' CONTENCIÓN MEDIANTE MURO EN GAVIONES (DETALLE)**



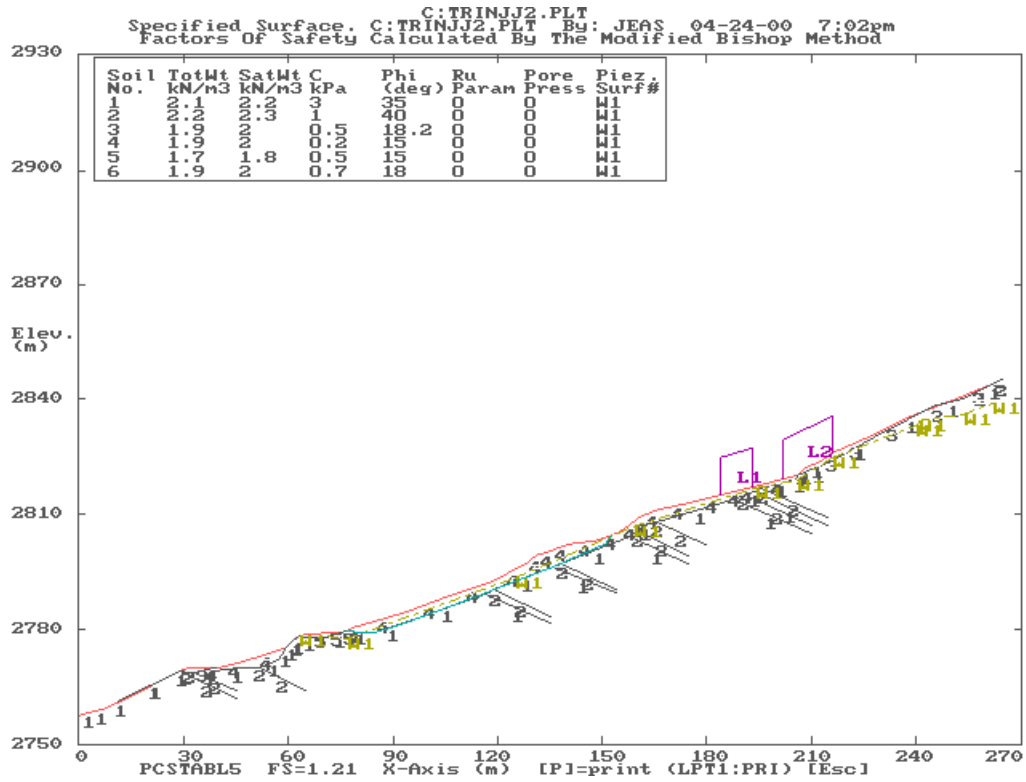
**FIGURA 7.3**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO**  
**LADERA C2' NIVEL FREÁTICO ABATIDO A 1/3 DEL NIVEL MAXIMO**



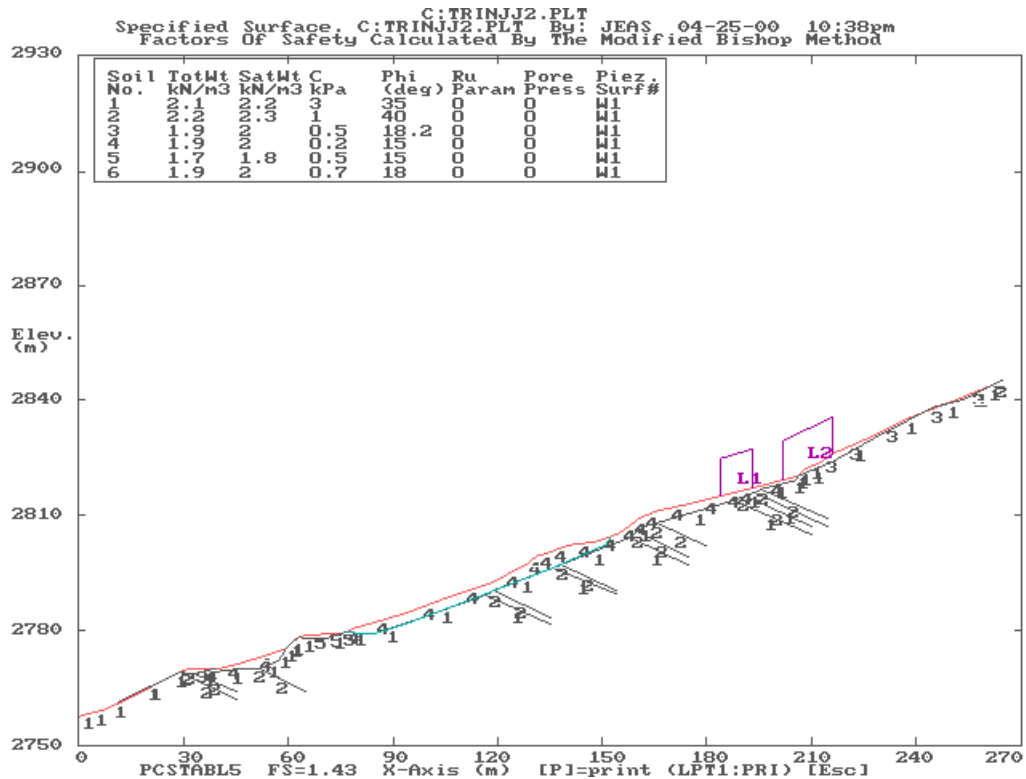
**FIGURA 7.4**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO**  
**LADERA C2' NIVEL FREÁTICO ABATIDO COMPLETAMENTE**



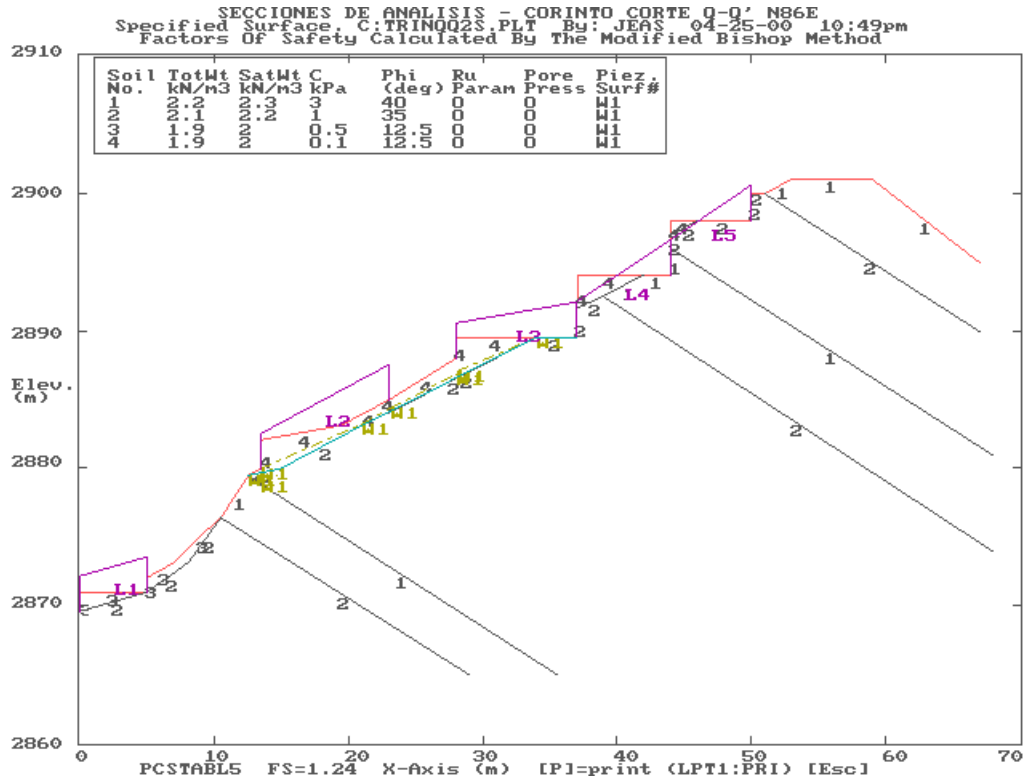
**FIGURA 7.5**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO ALTO**  
**LADERA J2' NIVEL FREÁTICO ABATIDO A 1/3 DEL NIVEL MAXIMO**



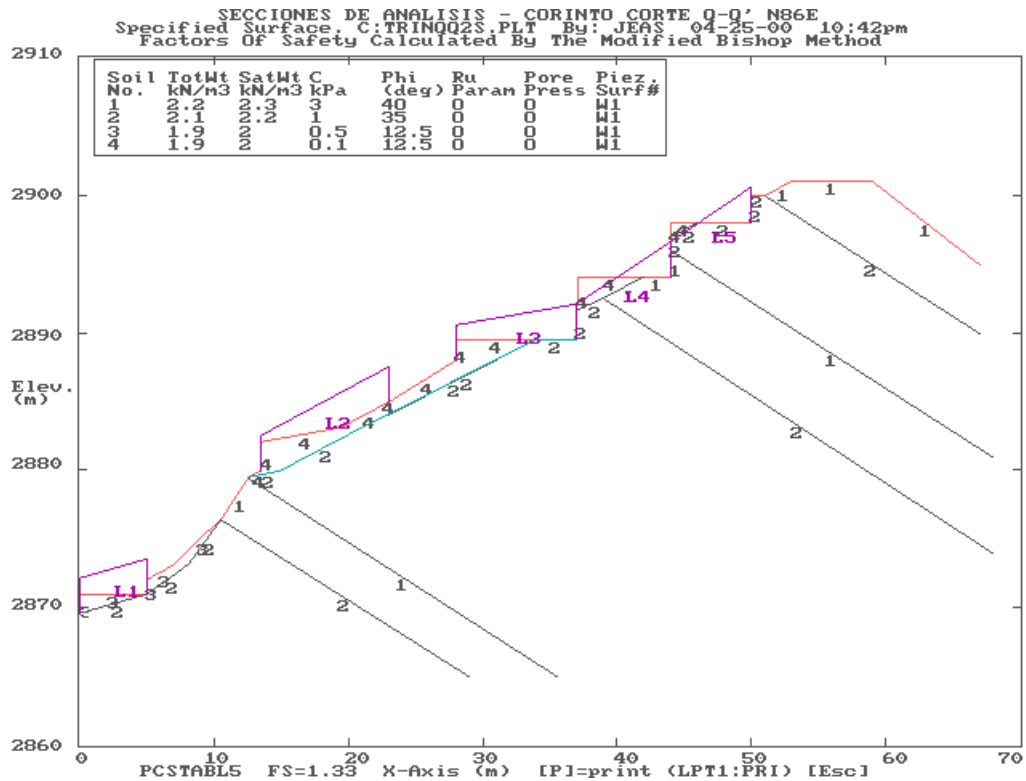
**FIGURA 7.6**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO TRIANGULO ALTO**  
**LADERA J2' NIVEL FREÁTICO COMPLETAMENTE ABATIDO**



**FIGURA 7.7**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO CORINTO**  
**LADERA Q2' NIVEL FREÁTICO ABATIDO A 1/3 DEL NIVEL MÁXIMO**



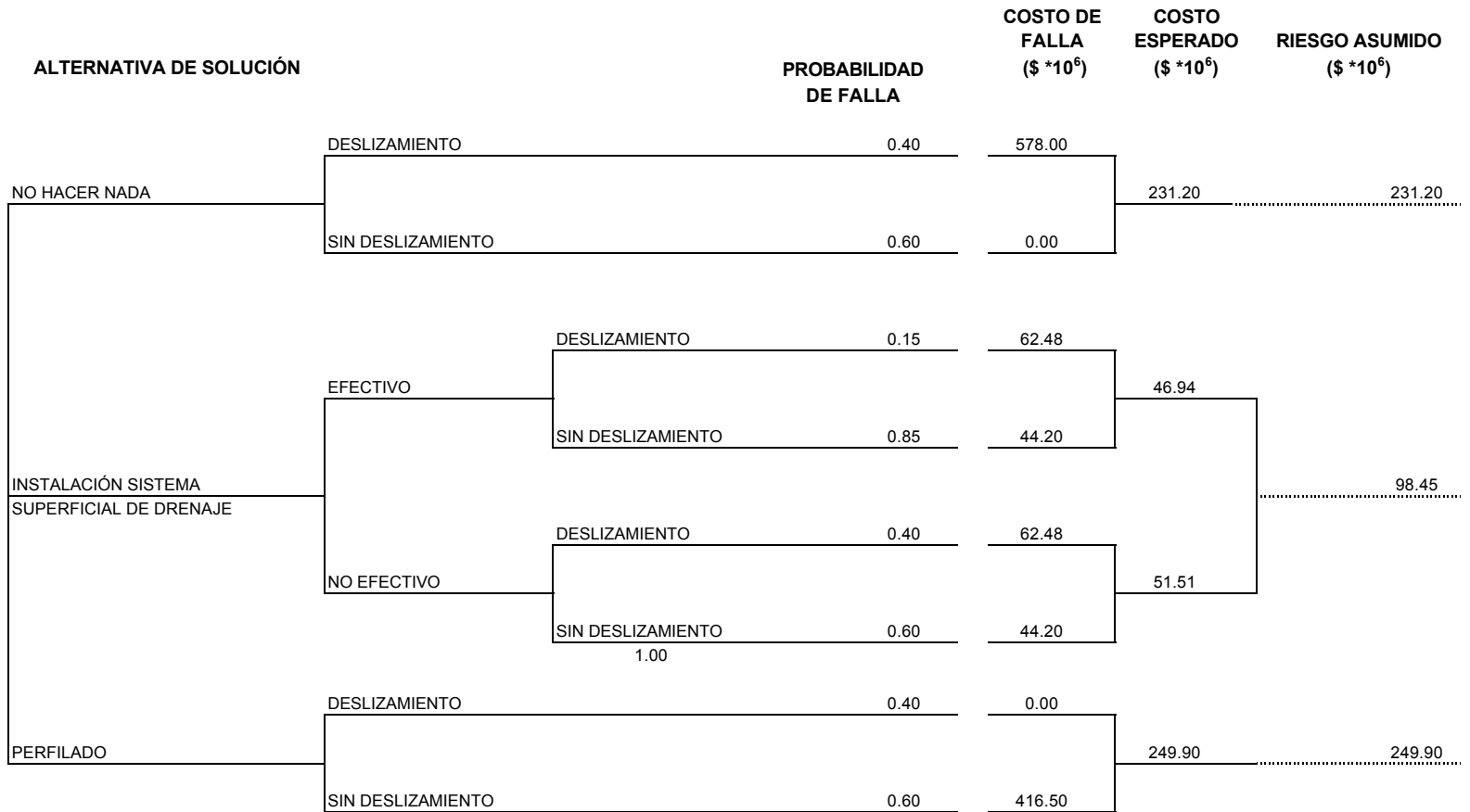
**FIGURA 7.8**  
**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD - BARRIO CORINTO**  
**LADERA Q2' NIVEL FREÁTICO COMPLETAMENTE ABATIDO**



**FIGURA 7.9**  
**ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS - SECTOR I**  
**LADERA DE ANÁLISIS B - B1'**  
 (ADAPTADO DE WU et al, 1996)

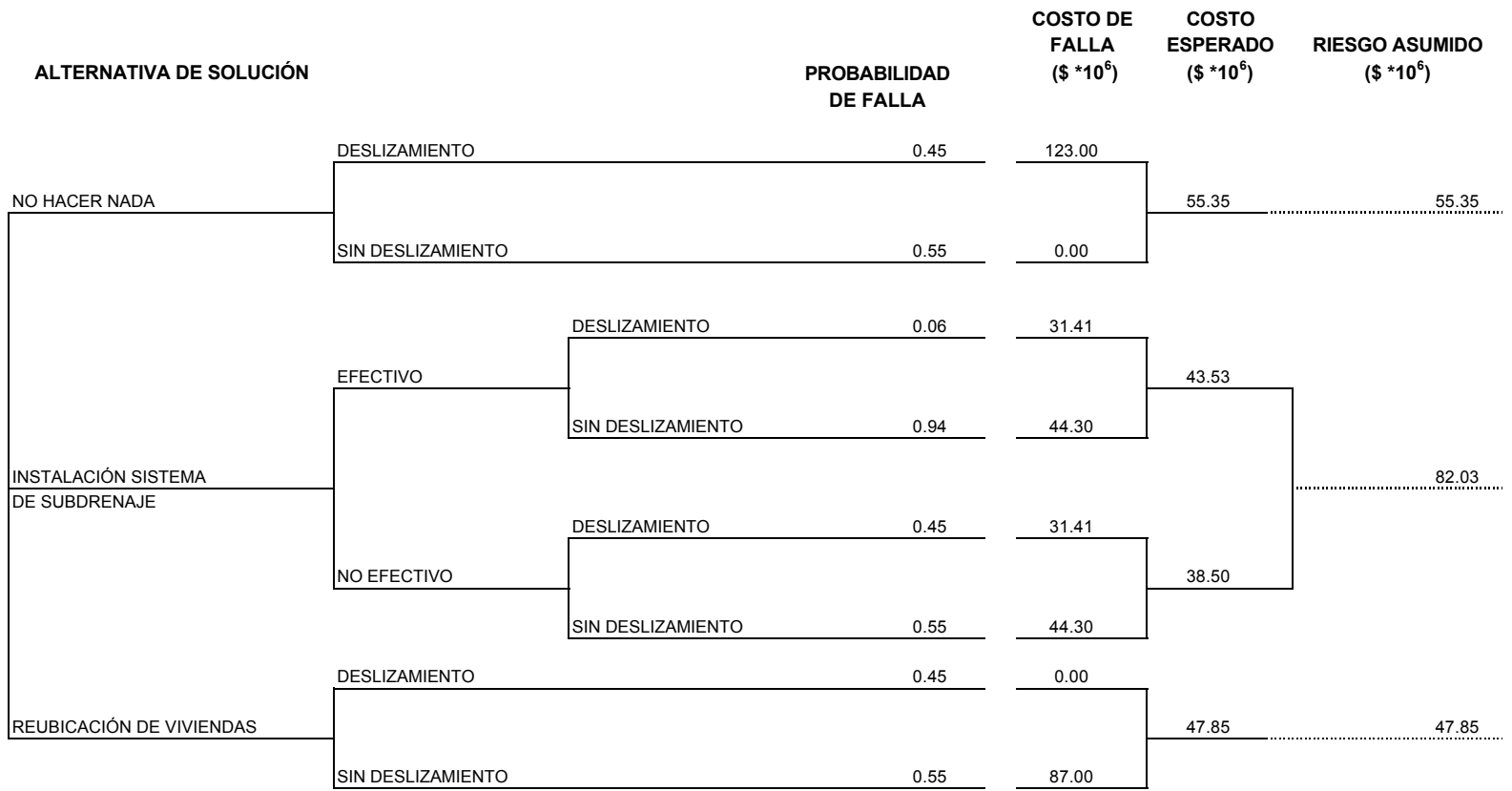
ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN		PROBABILIDAD DE FALLA	COSTO DE FALLA (\$ *10 <sup>6</sup> )	COSTO ESPERADO (\$ *10 <sup>6</sup> )	RIESGO ASUMIDO (\$ *10 <sup>6</sup> )
NO HACER NADA	DESlizamiento	0.79	125.18	98.90	98.90
	SIN DESlizamiento	0.21	0.00		
MUROS DE CONTENCIÓN	DESlizamiento	0.03	56.99	38.76	38.76
	SIN DESlizamiento	0.97	38.20		
REUBICACIÓN DE VIVIENDAS	DESlizamiento	0.79	0.00	46.68	46.68
	SIN DESlizamiento	0.21	222.30		

**FIGURA 7.10**  
**ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS - SECTOR I**  
**LADERA DE ANÁLISIS C-C2**  
 (ADAPTADO DE WU et al, 1996)



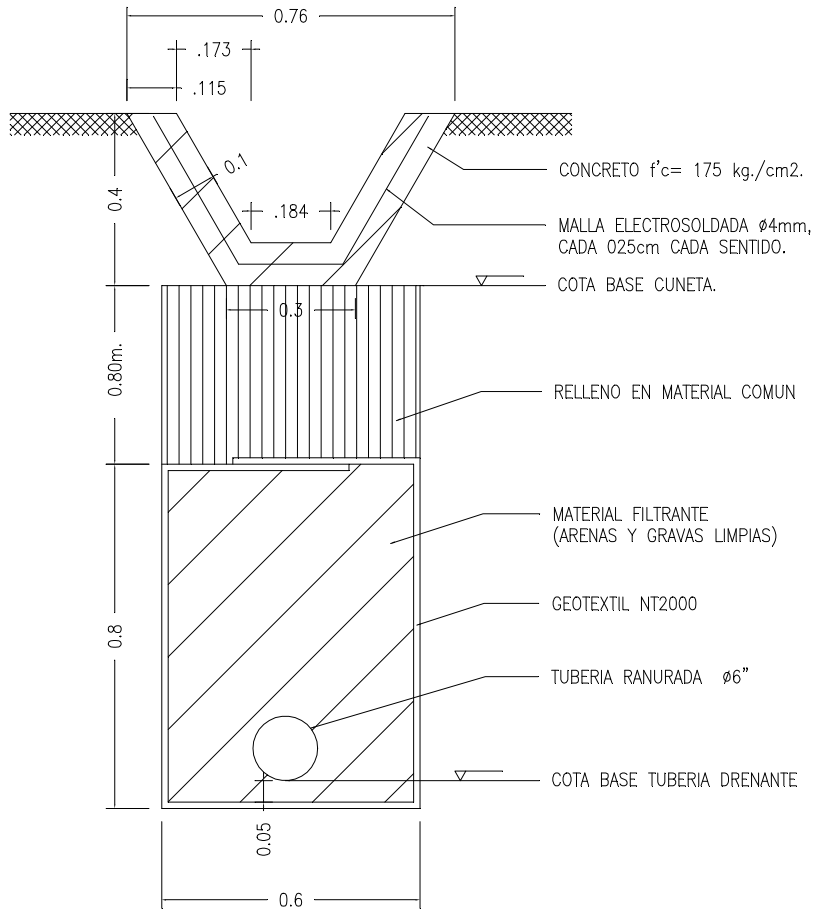


**FIGURA 7.11**  
**ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS - SECTOR II**  
**LADERA DE ANÁLISIS J-J2**  
 (ADAPTADO DE WU et al, 1996)



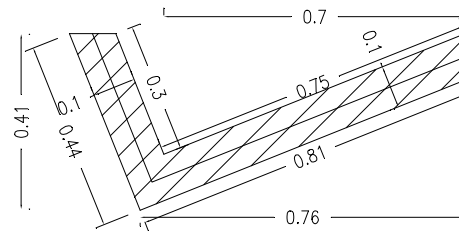
**FIGURA 7.12**  
**ÁRBOL DE DECISIÓN PARA MITIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS - SECTOR III**  
**LADERA DE ANÁLISIS Q-Q2**  
 (ADAPTADO DE WU et al, 1996)

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN		PROBABILIDAD DE FALLA	COSTO DE FALLA (\$ *10 <sup>6</sup> )	COSTO ESPERADO (\$ *10 <sup>6</sup> )	RIESGO ASUMIDO (\$ *10 <sup>6</sup> )
NO HACER NADA	DESPLAZAMIENTO	0.28	95.04	26.61	26.61
	SIN DESPLAZAMIENTO	0.72	0.00		
REUBICACIÓN DE VIVIENDAS	DESPLAZAMIENTO	0.28	0.00	43.20	43.20
	SIN DESPLAZAMIENTO	0.72	60.00		
DRENAJE SUPERFICIAL	EFECTIVO	DESPLAZAMIENTO	0.11	17.87	20.12
		SIN DESPLAZAMIENTO	0.89	20.40	
	NO EFECTIVO	DESPLAZAMIENTO	0.28	17.87	19.69
		SIN DESPLAZAMIENTO	0.72	20.40	
				39.81	



*CUNETA TRAPEZOIDAL Y SUBDREN*

ESCALA \_\_\_\_\_NO



*CUNETA TRIANGULAR*

ESCALA \_\_\_\_\_NO



Secretaría  
GOBIERNO

DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS

CONTRATISTA:



HIDROGEOLOGIA Y GEOTECNIA  
AMBIENTAL LTDA.  
SOLUCIONES GEOTECNICAS Y AMBIENTALES

INTERVENTORIA:

GEOURBANA

ESCALA:



Escala Gráfica

DISEÑO:

H. G. A.

FECHA:

ABRIL/2000

DIBUJO:

H. G. A.

FECHA:

ABRIL/2000

REVISO:

H. G. A.

FECHA:

ABRIL/2000

APROBO:

FECHA:

ABRIL/2000

Vo. Bo. INTERVENTORIA

FECHA:

ABRIL/2000

ESTUDIOS DE ZONIFICACION POR RIESGOS  
POR REMOCION EN MASA, EN LOS BARRIOS  
EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO  
LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL,  
SANTA FE DE BOGOTA D.C.

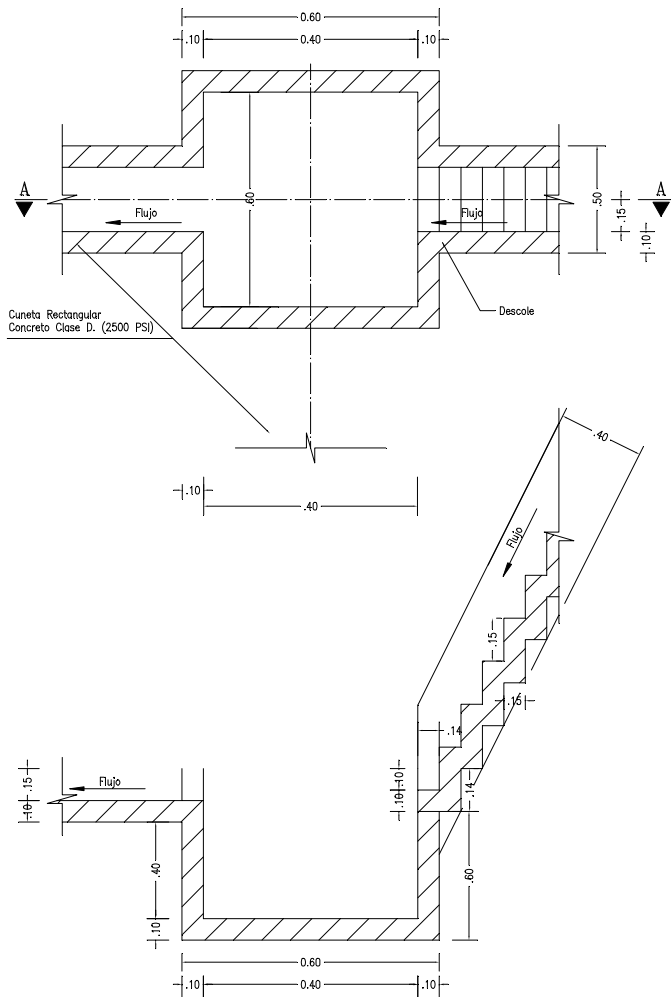
PREDISEOS

FIGURA

7.13

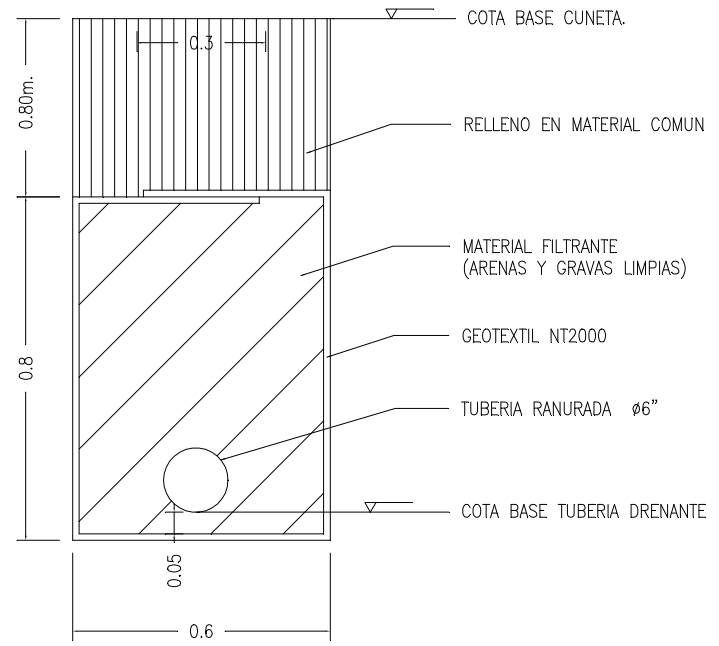
ARCHIVO:

C:\CONSULTORIA\T\_ITA\_C\FIG 7.13 A 7.14.dwg



CAJA DE 0.70x 0.60 x 0.40  
SECCION A-A

ESCALA: \_\_\_\_\_ NO



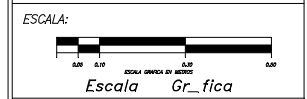
## TRINCHERA DRENANTE

ESCALA: \_\_\_\_\_ NO



CONTRATISTA:  
**HIDROGEOLOGIA Y GEOTECNIA AMBIENTAL LTDA.**  
SOLUCIONES GEOTECNICAS Y AMBIENTALES

INTERVENTORIA:  
**GEOURBANA**



DISEÑO: **H. G. A.** FECHA: **ABRIL/2000**

DIBUJO: **H. G. A.** FECHA: **ABRIL/2000**

REVISO: **H. G. A.** FECHA: **ABRIL/2000**

APROBO: FECHA: **ABRIL/2000**

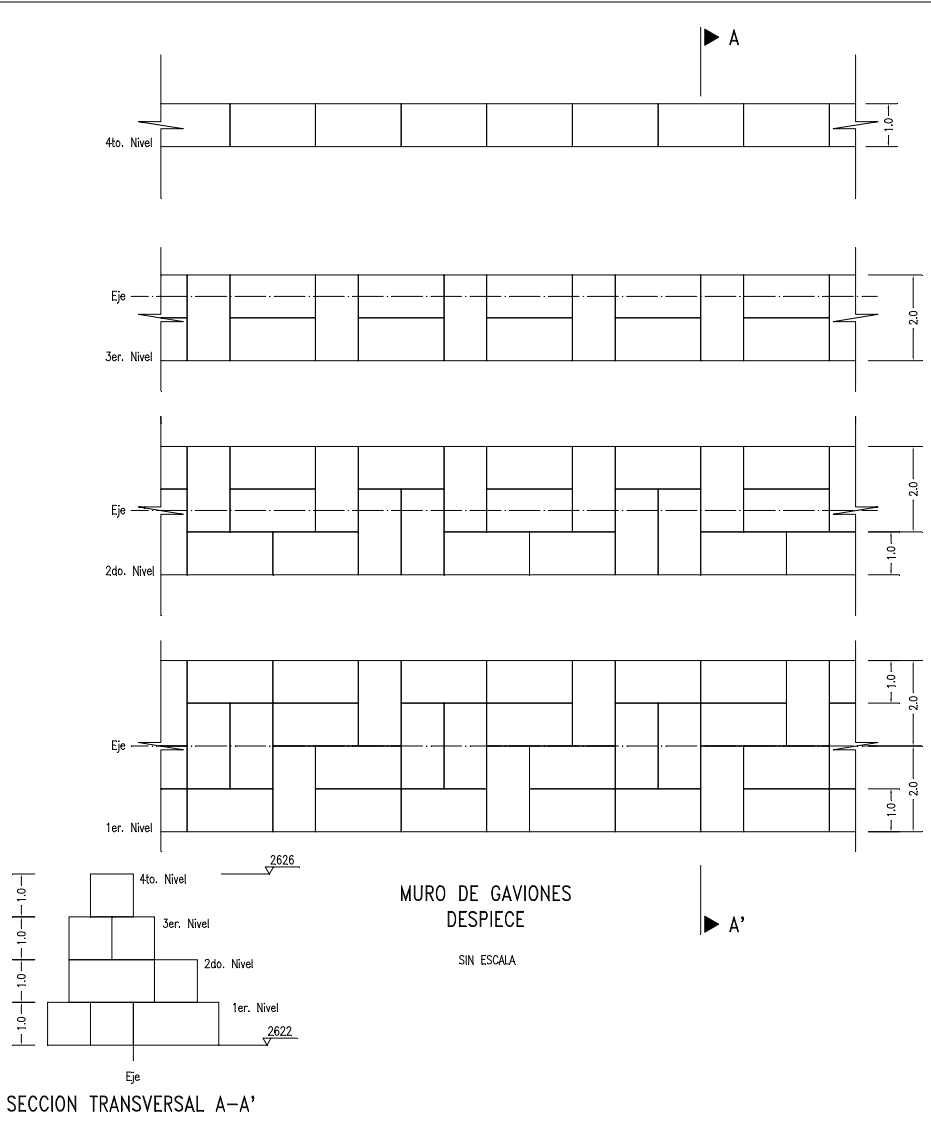
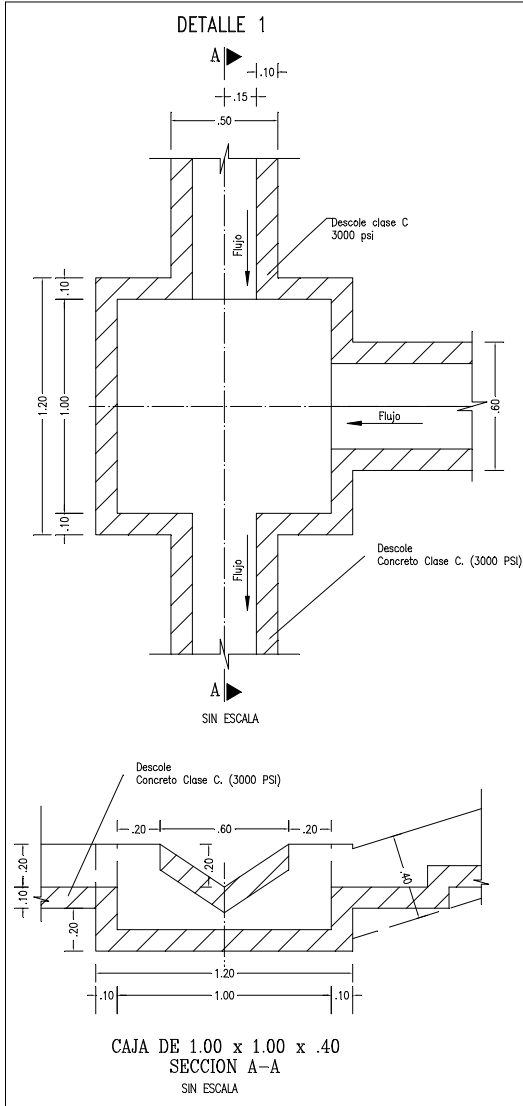
Vo. Bo. INTERVENTORIA FECHA: **ABRIL/2000**



ESTUDIOS DE ZONIFICACION POR RIESGOS POR REMOCION EN MASA, EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, SANTA FE DE BOGOTA D.C.

PREDISE\_OS

FIGURA **7.14**

ARCHIVO: C:\CONSULTORIA\T-TA-C\FIG 7.13 y 7.14.dwg



 SECRETARIA GOBIERNO	
DIRECCION DE PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS	
CONTRATISTA:	
 <b>HIDROGEOLOGIA Y GEOTECNIA AMBIENTAL LTDA.</b> SOLUCIONES GEOTECNICAS Y AMBIENTALES	
INTERVENTOR_A:	
<b>GEOURBANA LTDA.</b>	
ESCALA:	
<b>GR_FICA</b>	
DISE_:	FECHA:
<b>H.G.A. LTDA</b>	<b>ABRIL/2000</b>
DIBUJ_:	FECHA:
<b>H.G.A. LTDA.</b>	<b>ABRIL/2000</b>
REVIS_:	FECHA:
<b>H.G.A. LTDA.</b>	<b>ABRIL/2000</b>
Vo. Bo. INTERVENTOR_A	FECHA:
	<b>ABRIL/2000</b>
APROB_:	FECHA:
<b>DPAE - FOPAE</b>	<b>ABRIL/2000</b>
ESTUDIO DE ZONIFICACION DE RIESGOS POR REMOCION EN MASA EN LOS BARRIOS EL TRIANGULO, TRIANGULO ALTO Y CORINTO LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL Contrato No. CCS-472/99	
<b>DETALLES</b>	
FIGURA No.	<b>7.15</b>
ARCHIVO: C:\TRABAJOS\HGA140\FINALES\FIG_7-15.dwg	

## BIBLIOGRAFIA

C. J. VAN WESTEN, Training package for geographic information systems in slope instability zonation, Universidad Industrial de Santander, 1993.

Chow Ven Te, Hidrología Aplicada, 1994.

Chow Ven Te, Open Channel Hydraulics, New York, 1959.

IFCAYA LTDA, Estudio geológico y geotécnico de algunos sitios críticos de los barrios Gran Colombia, El Triángulo, Corinto y Ramajal, Bogotá, abril de 1988.

INGEOCIM LTDA, Estudios y diseños de estabilidad geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de taludes, grupo 2 (localidad de San Cristóbal y Usme), informe de diagnóstico sitio Manantial, Bogotá, 1998.

INGEOCIM LTDA, Estudios y diseños de estabilidad geotécnica, control de erosión y manejo de aguas para la estabilización de taludes, grupo 2 (localidad de San Cristóbal y Usme), informe de diagnóstico sitio Corinto, Bogotá, 1998.

INGEOCIM LTDA, Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santa Fe de Bogotá, factor Antrópico, Bogotá, 1998.

INGEOMINAS, Boletín Geológico, Volumen IX, numero 1-3, Bogotá, 1961.

INGEOMINAS, Boletín Geológico, Volumen 32, numero 1-3, Bogotá, 1992.

Linsley, R., y Paulhus, Hydrology for engineers, 3ª ed., New York, 1982.

Sociedad Colombiana de Geotecnia – Comité Suramericano de Movimientos en Masa, I Simposio Suramericano de Deslizamientos, Volumen I, Paipa Colombia, Agosto de 1989

Universidad Nacional de Colombia, Geología Colombiana No. 18, 1993.

Viessman, W., Jr., Introduction to Hydrology 2ª ed. Cap, New York, 1977.

VILLOTA Hugo, Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras, INGEOMINAS, Bogotá, 1991.



